Thaer-Bibliothek

Landwirtschaftliche

FÜTTERUNGSLEHRE

von

EMIL WOLFF

Band 1

à Bd. 2½ Mk.

Siebente Auflage

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY IN BERLIN.

Emil Wolff's rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere

auf Grundlage

der neueren tierphysiologischen Forschungen.

Gemeinverständlicher Leitfaden der Fütterungslehre.

Siebente Auflage,

neu bearbeitet von

Dr. Curt Lehmann,

Professor an der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin.

Berlin.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstraße 10.

1899.

Vorwort zur siebenten Auflage.

Als im Jahre 1874 E. v. Wolff*) die erste Auflage dieses Werkchens verfaßte, war er in der Lage, die Resultate einer 15jährigen Epoche von eminent erfolgreicher Versuchsthätigkeit auf dem Gebiete der Ernährungslehre zusammenzufassen, „für die Praxis zu verwerten und somit zum Gemeingut aller zu machen". Waren doch in dieser Epoche die wichtigsten Gesetze der Fleisch- und Fettbildung ermittelt worden und hatte man an vielen Orten, nicht zum wenigsten in Hohenheim unter Wolff's Leitung selbst, durch sog. Ausnutzungsversuche festgestellt, was der tierische Organismus aus den wichtigsten Futtermitteln als Nährstoff sich anzueignen vermochte.

Wolff verstand es in meisterhafter Weise, die ganze Auffassung der Probleme der Fütterungslehre dadurch zu vertiefen, Gründlichkeit der Erörterung mit Klarheit und Schlichtheit des Ausdrucks zu verbinden, so daß seine Ratschläge in den weitesten Kreisen Beachtung finden und segensreich wirken konnten.

Rein äußerlich betrachtet erschien als weitgehendste in dieser Schrift angebahnte Reform die Einführung der Futterberechnung mit „verdaulichen Nährstoffen" im Gegensatz zu der früher üblichen Rechnung mit „Rohnährstoffen", wie sie direkt durch die Weender Futtermittelanalyse bestimmt werden konnten. Es hat nicht an Stimmen gefehlt, die diese Reform als verfrüht, ihre Grundlage als zu unsicher bezeichneten. Man wies mit Recht auf die großen und zahlreichen Schwankungen in der Beschaffenheit der Futtermittel hin, auf die Schwierigkeit, sie richtig zu bewerten. Über die Zusammensetzung

*) Professor Dr. Emil Wolff starb 80 Jahre alt zu Stuttgart am 26. November 1896.

aus Rohnährstoffen, meinte man, könnte man sich leichter, eventuell durch eine Analyse vergewissern, die Ausnutzung bliebe aber trotz aller Mittelzahlen der unsicheren Schätzung überlassen.

Dennoch brach sich die prinzipielle Richtigkeit des Wolff'schen Vorgehens überall Bahn und kurze Zeit später ist keine beachtenswertere Schrift über Fütterungsfragen mehr erschienen, die nicht allein mit verdaulichen Nährstoffen rechnete.

Man mußte erkennen, daß mit der sog. größeren Sicherheit der früheren Rechnungsweise nur ein Scheinvorteil gewonnen war; die Zahlen erschienen exakter, allein die Resultate der Fütterung blieben um so unsicherer, als durch die bequeme Vermeidung aller Erwägungen über den wirklichen Nährstoffgehalt der Rationen, die Ernährung der Tiere um so leichter zu einer verfehlten wurde.

Wenn daher Wolff 1874 bezüglich seiner Reformen schrieb: „Allerdings kann in dieser Hinsicht nur erst von einem Versuche die Rede sein, denn es ist keine ganz leichte Aufgabe, das gewaltig angehäufte Material zu ordnen, zu sichten und in der erforderlichen Weise zu verarbeiten," — so darf man wohl dem zweiten Satze uneingeschränkt zustimmen, nicht aber dem ersten, welcher allein auf die dem verdienten Forscher innewohnende Bescheidenheit zurückzuführen ist.

Der Erfolg war ein entsprechender und Wolff konnte im Vorwort zur 6. Auflage mitteilen: „Das vorliegende Buch ist nunmehr in 22000 Exemplaren gedruckt und durch Übersetzung in vielen außerdeutschen Ländern verbreitet worden. Günstige Beurteilungen und viele Zuschriften aus der Praxis beweisen mir außerdem, daß das Buch seinen Zweck einigermaßen erfüllt, zur Befestigung und allgemeinen Verbreitung eines rationellen Fütterungswesens beigetragen hat."

Die oben angedeuteten besonderen Intentionen Wolffs drückten dem Buche seinen eigenartigen Stempel auf. Er schrieb darüber: „Bei Ausarbeitung der vorliegenden Schrift war mein Hauptbestreben darauf gerichtet, von der neuen Gestaltung der Fütterungslehre ein möglichst ansprechendes und allgemein verständliches Bild zu entwerfen. Ich glaube dies zunächst dadurch erreicht zu haben, daß ich meine Erörterungen überall auf die wichtigsten Ernährungs-

prinzipien beschränkte . . . ., dagegen alles . . . anderen Gebieten des Wissens und Könnens Angehörende sorgfältig ausschloß.“ Zu letzterem rechnete er nicht nur das Spezielle der Chemie, Physiologie ꝛc., sondern auch eine Reihe rein praktischer Fragen, wie Zubereitung, Schmackhaftigkeit, spezifische Wirkungen des Futters, Geeignetheit für besondere Tiergattungen und ähnliches. Freilich wurden diese Gesichtspunkte durchaus nicht ganz unbeachtet gelassen, sondern nur auf eine systematische und umfassende Bearbeitung verzichtet.

Obgleich in letzterer Beziehung neuzeitlich manches Wichtige entdeckt und wissenschaftlich untersucht, und z. B. besonders von Pott in München hervorragend auf die Bedeutung der spezifischen Reizwirkungen der Futterstoffe hingewiesen worden ist, so schien es dem Bearbeiter dieser Schrift doch nicht angezeigt, den Charakter derselben durch Abweichung von dem ursprünglichen Plan zu ändern. Im wesentlichen wurde daher die ganze bisherige Disposition beibehalten. Es war ferner das Bestreben des Bearbeiters, auch nur dort den ursprünglichen Text zu verlassen, wo eine Berücksichtigung neuerer Forschungen es unbedingt notwendig machte oder wenn der unabweisbare Zwang vorlag, eine Streichung vorzunehmen, um den Umfang des Buches nicht zu weit über das dafür bestimmte Maß wachsen zu lassen.

Der Bearbeiter ist sich wohl bewußt, daß es jetzt noch schwieriger als vor 25 Jahren ist, den so überaus angewachsenen Stoff in ein kleines Bändchen zusammenzufassen, daß zahlreiche Auslassungen nicht zu vermeiden waren, und daß es noch die weitere schwere Aufgabe zu lösen galt, den Verdiensten eines so hervorragenden Forschers wie Wolff nacheifernd gerecht zu werden. Leicht dürfte es daher sein, an dieser Arbeit mancherlei Ausstellungen zu machen. Hoffentlich werden jedoch von den Fachgenossen die erwähnten Schwierigkeiten bei der Beurteilung in gerechter Weise gewürdigt und gelingt dieser „allen Landwirten gewidmeten Schrift“, auch in Zukunft einigermaßen die Erfüllung ihres Zwecks: die rationelle Fütterung der Tiere zu fördern.

Berlin, im Dezember 1898.

C. Lehmann.

Inhalt.

Tierwelt und Pflanzenreich zeigen in ihren Wechselbeziehungen einen Kreislauf von Stoff und Kraft, welche beide, der Menge nach unvergänglich, nur fortwährend andere Formen annehmen und in neuen Erscheinungen auftreten. Indem die mit dem Chlorophyllapparat ausgerüstete Pflanze mit Hilfe der Sonnenstrahlen als Kraftquelle aus wenigen, der anorganischen Welt angehörenden Verbindungen das Material zum Aufbau ihrer organischen Substanz entnimmt, wird Sauerstoff abgeschieden und somit unter Bildung von verbrennlichen Stoffen, die aufgenommene Kraft in sog. „chemische Spannkraft" verwandelt, die bei Gelegenheit neuer Oxydation als Wärme, mechanische Bewegung oder in anderer Form wieder frei werden kann. Die Pflanze ist daher in steter Produktion begriffen, sie vermehrt während ihres Lebens die Masse der organischen Substanz und vermag für Tiere und Menschen die nötigen Nährstoffe zu erzeugen.

In dem tierischen Organismus ist das Leben in jedem Augenblick mit Zerstörung von organischer Substanz begleitet. Der Tierkörper hat nicht die Fähigkeit, mit anorganischen Stoffen seinen Aufbau zu bewirken und denselben die Mittel zu seiner Erhaltung zu entnehmen; er bedarf zur Erfüllung seiner Lebensfunktionen der chemischen Spannkraft fertig gebildeter organischer Stoffe. Indem die verdauten, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergegangenen oder schon assimilierten Nährstoffe unter mehr oder weniger direkter Mitwirkung des eingeatmeten atmosphärischen Sauerstoffes in einfache Verbindungen zerfallen, wird die Spannkraft frei und bewirkt als lebendige Kraft die mechanischen Leistungen, welche für die innere und äußere Arbeit von dem Tierkörper verlangt werden oder erzeugt Wärme, um alle Verluste daran zu ersetzen, welche der lebende Körper fortwährend, namentlich durch Ausstrahlung von seiner Oberfläche erleidet.

Das tierische Leben ist somit einem Verbrennungsprozeß zu vergleichen und die Tierwelt dadurch charakterisiert, daß sie dasjenige, was die Pflanze an Kraft und Stoff angesammelt hat, zur Erfüllung ihrer Lebensfunktionen verwendet und dabei direkt oder

indirekt in denjenigen Zustand zurückführt, in welchem es wiederum bei der Entstehung neuer Pflanzengebilde mitwirken kann.

Außer den organischen Stoffen, welche die Pflanze in ihren Produkten als Nahrung der Tierwelt darbietet, bedarf die letztere zu ihrer Ausbildung und normalen Erhaltung noch feuerfester Mineralstoffe; es sind dies dieselben Mineralstoffe, welche man großenteils auch als allgemeine Pflanzennährstoffe erkannt hat. Sie werden in geeigneten Verbindungen und meistens in genügender Menge gleichzeitig mit der vegetabilischen Nahrung dem Tierkörper zugeführt.

In wunderbarer Harmonie sehen wir im Körper der höheren Tierklassen die verschiedensten Organe zu einem Ganzen vereinigt. Die Organe der Aufnahme und Ausscheidung, der Verdauung und Ernährung, der Bewegung und Empfindung, der Zeugung und Fortpflanzung, die Systeme der Gewebe und der Säfte, Knochen und Knorpel, Muskeln und Sehnen, Binde- und Fettgewebe, Nerven und Gefäße, Drüsengebilde und Atmungsorgane, Haut und Haare, — alles unterstützt sich gegenseitig in seiner Thätigkeit und jedes Einzelne ist notwendig, um das Ganze heranzubilden und zur Erfüllung seiner Lebensaufgabe zu befähigen. Die Nerven, indem sie in feine Fasern sich zerteilen oder geflechtartig wiederum sich vereinigen, durchdringen alle Organe, geben ihnen die Anregung zur Lebensthätigkeit und unterwerfen sie teilweise der Willenskraft des Individuums, während das Blut den ganzen Körper durchkreist, den von den Verdauungswerkzeugen oder in anderen Organen vorbereiteten Bildungssaft aufnimmt und nebst dem eingeatmeten Sauerstoff allen Geweben zuführt, daselbst ablagert oder die chemischen Prozesse vermittelt, durch welche Kraft und Wärme erzeugt werden. Was hierbei an Zersetzungsprodukten entsteht, wird in der Blutbahn weitergeführt, um schließlich, oft erst nach weiterer Umänderung, als die letzten Produkte des Stoffwechsels in den Ausscheidungsorganen den Tierkörper zu verlassen.

Die landwirtschaftliche Fütterungslehre hat den Zweck, die Mittel und Wege anzugeben, durch welche wir den angedeuteten Stoff- und Kraftwechsel derart zu beeinflussen vermögen, daß möglichst viel von den verfutterten Nährstoffen unzerstört als tierisches Produkt oder von deren chemischer Spannkraft ein möglichst hoher Prozentsatz als wirtschaftlich nutzbare Arbeitskraft gewonnen werden kann.

Unsere durch chemische Untersuchungen und tierphysiologische Versuche erworbenen Kenntnisse in dieser Beziehung gründen sich hauptsächlich einmal auf die Zusammensetzung des Tierkörpers, ferner

auf die chemische Beschaffenheit der Nährstoffe, deren Verhalten bei der Verdauung und Vorkommen in den Futtermitteln und endlich auf die Prozesse der sog. eigentlichen Ernährung d. h. des Umsatz und Ansatz resp. der Assimilation des in dem Säftestrom aufgenommenen Nährmaterials.

In genannter Reihenfolge sollen im Nachstehenden diese Kapitel kurz behandelt werden, um zuletzt und zusammenfassend die erforderlichen Schlüsse für die Praxis der Fütterung zu ziehen.

Die Bestandteile des Tierkörpers.

Von den zahllosen chemischen Verbindungen, welche man in den Körpern der Tiere gefunden hat, sind nur sehr wenige, die durch ihr quantitativ reichliches Auftreten einen erheblichen Teil der Nährstoffe zu ihrer Bildung verbrauchen können, in Betracht zu ziehen, sobald es sich nur um eine allgemeine Darstellung des Stoff- und Kraftwechsels handelt.

Das Wasser ist der in reichlichster Menge vorhandene Stoff.

Der gesamte Tierkörper ist in allen seinen Teilen von Wasser durchdrungen und die Menge desselben im Verhältnis zum Lebendgewicht des Tieres um so größer, je mehr das letztere in einem noch jugendlichen Alter sich befindet. Unmittelbar nach der Geburt beträgt der Wassergehalt 80 bis 85 % vom Gewicht des lebenden Tieres, sinkt aber in der Periode des raschen Wachstums allmählich bis auf etwa 60 %, während bei zunehmendem Alter und namentlich, wenn das Tier in einen gemästeten Zustand übergeht, also immer fettreicher wird, die Gesamtmenge des Wassers (mit Einschluß des Wassers vom Magen- und Darminhalt) nur noch 40 bis 50 % des Lebendgewichtes ausmacht. Diese Veränderungen im Wassergehalt betreffen alle Teile des Tierkörpers, am wenigsten das Blut, am meisten das Knochensystem; in den Knochen des neugebornen Tieres sind gegen 70, in denen des erwachsenen und stark gemästeten Tieres der gleichen Gattung oft kaum 20 % enthalten. Es ist klar, daß derartige Verschiedenheiten im Wassergehalt bei der Beurteilung des Nähreffektes einer bestimmten Fütterungsweise bezüglich der Zunahme des Lebendgewichtes beachtet werden müssen.

Die Verteilung des Wassers im Körper ist eine sehr ungleiche.

Im tierischen Organismus sind die mehr oder weniger festen Teile, also die aus zusammengruppierten Zellen gebildeten Gewebe dem Gewichte nach weitaus vorherrschend über die Flüssigkeiten oder tierischen Säfte. Die in den Blut- und Chylusgefäßen zirkulierenden Flüssigkeiten nehmen höchstens 7 bis 9 % vom Lebendgewicht in

Anspruch, bei älteren und sehr fetten Tieren nur 4 bis 6 %; die Verdauungssäfte aber und sonstigen Sekrete und flüssigen Ausscheidungen, obgleich sie in einem Zeitraum von 24 Stunden in beträchtlicher Menge produziert werden, können gleichwohl kaum als Bestandteile des Tierkörpers in Betracht kommen, da sie in jedem Augenblick neu entstehen, aus dem Blut direkt oder indirekt sich abscheiden, teilweise in die Blutbahn zurückkehren oder nach außen hin in der Form von allerlei Zersetzungsprodukten aus dem Körper austreten, während das Blut selbst, trotz fortwährender Aufnahme und Abgabe in seiner Menge und chemischen Beschaffenheit sehr konstant bleibt.

Die frischen Knochen betragen, je nach Art, Alter und Ernährungszustand des Tieres, 6 bis 12 % vom Gewicht desselben, die Muskeln und Sehnen 30 bis 48 % und das Fett, soweit solches von Nieren, Netz, Darm und aus dem Fleisch abgelöst werden kann, von etwa 5 bis zu 40 %. Hierbei ist zu bemerken, daß die frischen Knochen noch 20 bis gegen 50, die Muskeln aber 60 bis über 75 % Wasser enthalten. Wenn man aus den Resultaten der bei verschiedenen landwirtschaftlichen Tieren vorliegenden Untersuchungen das Mittel nimmt, so erhält man für die Knochen 8,9 %, für Fleisch und Sehnen 40,1 und für das mechanisch ablösbare Fett 23,9 % des Lebendgewichtes; der Rest = 27,1 umfaßt das beim Schlachten auslaufende Blut, Haut und Haare, die sämtlichen Eingeweide nebst dem Inhalt von Magen und Darm. Über die prozentigen Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile von Rindvieh, Schaf und Schwein giebt eine im Anhang mitgeteilte Tabelle Auskunft. Ich will nur noch erwähnen, daß die Menge und das Gewicht des Magen- und Darminhalts sehr verschieden ist, je nachdem die Tiere bis zur völligen Sättigung ein mehr oder weniger verdauliches Futter verzehren, also namentlich die Wiederkäuer im Beharrungs- oder Mastzustande sich befinden. In einigen Versuchen, welche in Hohenheim mit Hammeln von gleicher Rasse und gleichem Alter ausgeführt wurden, betrug der Inhalt von Magen und Darm bei Fütterung vorherrschend mit Stroh durchschnittlich 22,3 %, bei Verabreichung von Wiesenheu nebst kleinen Mengen von Bohnenschrot 15,7 und bei wirklicher Mastfütterung nur 9,4 % des Lebendgewichtes der Tiere. Mastschweine ergeben beim Schlachten eine noch niedrigere Verhältniszahl, nämlich 4 bis 6 %. Das Gesamtgewicht aller einzelnen Teile nach Abzug des Inhalts von Magen, Darm und Harnblase bezeichnet man als das „Reingewicht“ des Tieres.

Die Trockensubstanz des Tierkörpers besteht aus organischen und anorganischen Stoffen, und die ersteren sind teils stickstofffreie, teils

stickstoffhaltige Substanzen. Unter den stickstofffreien Stoffen ist das Fett weitaus vorherrschend; es findet sich in geringer Menge im Blut, meistens nur 0,1 bis 0,3 % desselben betragend, in größerer Menge in der Nervensubstanz und im Knochengewebe, vorzugsweise aber in besonderen Zellen oder Geweben (Bindegeweben, Fettgeweben) eingeschlossen unter der Haut, an den Nieren, am Netz und Gekröse, im Fleisch zwischen den zu Bündeln vereinigten Muskelfasern. Die dünne Membran, woraus die Zellwandungen der Fettgewebe gebildet sind, ist eine stickstoffhaltige Substanz und beträgt nur 0,8 % vom Gewichte des ganzen Gewebes, wenn dieses mit Fett ganz angefüllt ist, bei geringerem Fettgehalt jedoch bis zu 4 % und darüber. Die Menge des Wassers im frischen Fettgewebe steht in einem bestimmten Verhältnis zu dem Gehalt an Membransubstanz, etwa wie 5—6 zu 1, so daß die Wassermenge von 4 bis zu über 24 % schwankt, je nachdem die Zellen des Gewebes mehr oder weniger mit Fett beladen sind. Die meisten Fettzellen enthalten in dem lebenden Tierkörper, also bei der Temperatur der Körperwärme, flüssiges, völlig durchsichtiges Fett, jedoch ist die Konsistenz des letzteren in den verschiedenen Organen eine ungleiche; es erstarrt mehr oder weniger leicht zu einer butterartigen und festen Masse, je nachdem die öligen oder festen Fettkörper vorherrschen. Auch ist das Aussehen, sowie der Geruch und Geschmack der den verschiedenen Tierarten oder verschiedenen Teilen des Tierkörpers entnommenen Fettmassen wechselnd, wegen Beimischung kleiner Mengen von Farbstoffen und allerlei flüchtigen Körpern; aber dies hat auf die Elementarzusammensetzung der Fette, welche eine sehr konstante ist, fast gar keinen Einfluß. Auf der Versuchsstation Wende z. B. fanden E. Schulze und Reinecke bei der Untersuchung von 28 Sorten Hammel-, Ochsen- und Schweinefett, wozu man die einzelnen Proben ganz verschiedenen Teilen des Tierkörpers und meist auch verschiedenen Individuen entnommen hatte, im Kohlenstoffgehalt nur Schwankungen von 76,27 bis 76,85 %, im Wasserstoffgehalt von 11,76 bis 12,16 und im Sauerstoffgehalt von 11,00 bis 11,94 %; im Durchschnitt aller Analysen enthielt das Fett 76,5 Kohlenstoff, 12,0 Wasserstoff und 11,5 % Sauerstoff, und fast ganz dieselbe Zusammensetzung ergab sich für die Fettsubstanzen von Pferden, Hunden, Katzen und Menschen.

Hiernach kann man das Gesamtfett des Tierkörpers, ungeachtet der mannigfachen Modifikationen, welche es bei dem Übergange von einem Organ in das andere erleidet, als ein ziemlich gleichartiges Ganzes zusammenfassen, und es ist sehr bemerkenswert, daß auch das im Pflanzenreiche gebildete und also mit dem Futter von den Tieren aufgenommene Fett fast dieselbe Elementarzusammensetzung

und ganz ähnliche Eigenschaften hat. Die Menge aber des Fettes, welche im Tierkörper, aus dem im Futter enthaltenen oder nach der Neubildung aus anderweitigen Bestandteilen des Futters, sich ablagert, ist oftmals eine überaus große. Im Körper der gemästeten Wiederkäuer und Schweine kann die Fettmenge 25 bis über 40 % von dem Lebendgewicht dieser Tiere betragen, d. h. doppelt und dreimal so viel, als im ganzen an wasserfreier, stickstoffhaltiger Substanz gleichzeitig vorhanden ist. In dem Körper der mageren Tiere sinkt freilich der Fettgehalt bedeutend und ist die Gesamtmenge der stickstoffhaltigen Substanz vorherrschend.

Alles, was außer dem Fett an stickstofffreien organischen Stoffen im Tierkörper vorkommt und als normaler Bestandteil desselben angesehen werden muß, ist der Menge nach höchst unbedeutend, wenn auch für die Funktionen der betreffenden Organe und Flüssigkeiten oft von Wichtigkeit. So ist in fast allen weichen Geweben ein Kohlehydrat, das Glycogen, enthalten. In der Leber kann es 3 bis 4 %, in den Muskeln bis 1 % vorkommen. Es spielt bei der Arbeitsleistung der Muskeln eine wichtige Rolle. Auch Zucker findet man im Blut, aber höchstens bis zu einem Gehalt von 0,1 %, nur in dem Blut der Lebervenen ist die Menge eine etwas größere. Ferner kommen in der Galle verschiedene stickstofffreie organische Verbindungen vor, sowie auch unter den sog. Extraktstoffen der tierischen Säfte und Gewebe allerlei stickstofffreie Substanzen vorhanden sind. Aber alle diese Stoffe sind dem Gewichte nach unbedeutend und verschwinden fast vollständig gegenüber den großen Mengen von Fett und stickstoffhaltigen Substanzen im gesamten Tierorganismus.

Von stickstoffhaltigen Bestandteilen des Tierkörpers kommen hauptsächlich dreierlei Gruppen in Betracht, nämlich die Eiweißstoffe, die leimgebenden Substanzen und die Horngebilde. Die weitaus wichtigsten sind die Eiweißstoffe, denn an diese und die aus ihnen bestehenden Organe sind vorzugsweise alle Äußerungen des tierischen Lebens gebunden, sie liefern auch das Material, aus welchem die beiden anderen Stoffgruppen hervorgehen, während die letzteren, einmal gebildet, nicht wieder in Eiweißsubstanz umgewandelt werden und deren Funktionen im tierischen Ernährungsprozeß nicht zu übernehmen vermögen.

Die Eiweißstoffe finden sich in allerlei Modifikationen, je nach den verschiedenen Organen und Flüssigkeiten, deren Hauptbestandteile sie bilden, und alle diese Modifikationen erleiden vielfach unter dem Einfluß des Lebensprozesses eine gegenseitige Umwandlung. Hauptsächlich kommen für die Zusammensetzung des Tierkörpers

zwei Gruppen von Eiweißstoffen in Betracht: die Albumine und die Globuline. Das Albumin, wie hier kurz gesagt sein mag, ist in Wasser löslich und in allen tierischen Flüssigkeiten vorherrschend, besonders im Chylus oder Milchsaft, in dem farblosen Blutserum, sowie in dem flüssigen, durch den Blutfarbstoff rot gefärbten Inhalt der Blutkügelchen, ferner in dem Safte des Fleisches und der Nervensubstanz. Bekanntlich hat das Albumin die Eigenschaft, daß es gerinnt und als eine flockige Masse sich ausscheidet, wenn man die wässerige Lösung desselben oder die Flüssigkeiten, welche es enthalten, bis auf 70 oder 80 ° C. erhitzt; nach dem Gerinnen ist das Eiweiß in reinem Wasser nicht mehr auflöslich.

Die Globuline sind nicht in reinem Wasser, jedoch in einigen Neutralsalzlösungen resp. verdünnten Alkalien oder Säuren löslich. Sie herrschen in den Geweben vor, sind aber auch in erheblicher Menge in den tierischen Flüssigkeiten enthalten. So scheidet sich aus dem Blut ein Globulin, das Fibrinogen, beim Gerinnen in einer unlöslichen faserigen Masse als Fibrin, ab. Der Hauptbestandteil der Muskelfasern wird durch ein Globulin, das sog. Myosin gebildet u. a.

Obgleich nicht zu den eigentlichen Körpereiweißen gehörig, sei hier noch das Kaseïn erwähnt. Es ist nur in dem Sekret der Milch nachgewiesen und gehört zu den komplizierteren Eiweißen, den sog. Nucleoproteïden, welche u. a. sich durch einen Gehalt von Phosphor charakterisieren.

Alle Eiweißstoffe enthalten als wesentliche Bestandteile Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, außerdem gleichfalls in organischer Verbindung mit den anderen Elementen etwas Schwefel, und zwar sind diese Bestandteile in so konstanten Mengenverhältnissen zugegen, daß man die verschiedenen Eiweißstoffe kaum nach ihrer prozentigen Zusammensetzung von einander unterscheiden kann; vielmehr kommen bei einem und demselben Eiweißkörper, wenn derselbe aus verschiedenen Organen oder Organismen abgeschieden worden ist, oft ebenso große Schwankungen in der Zusammensetzung vor, als wenn man Eiweißstoffe von jeder der drei oben erwähnten Hauptarten in Untersuchung nimmt. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 52 bis 54 %, der Wasserstoffgehalt etwa 7 %, der Stickstoffgehalt 15 bis 17 %, der Sauerstoffgehalt 21 bis 24 und der Schwefelgehalt 1 bis 1,5 %. Gewöhnlich nimmt man als mittleren Stickstoffgehalt 16 % an und berechnet daraus, wenn dieser Bestandteil durch direkte Analyse in einer eiweißhaltigen Substanz bestimmt worden ist, die Gesamtmenge des Eiweißes durch Multiplikation mit der Zahl 6,25 ($6{,}25 \times 16 = 100$).

Die leimgebenden Substanzen nehmen an dem Aufbau des tierischen Organismus dem Gewichte nach kaum einen geringeren Anteil als die Eiweißstoffe. Es besteht daraus die stickstoffhaltige organische Substanz der Knochen und Knorpel, sowie zum größten Teil die Masse der Sehnen, Bänder, Kapseln, aller Bindegewebe und der tierischen Haut. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser werden die leimgebenden Substanzen vollständig gelöst und in tierischen Leim verwandelt; ihre Elementarzusammensetzung ist derjenigen der Eiweißstoffe sehr ähnlich, nur enthalten sie im allgemeinen etwas weniger an Kohlenstoff (50—51%), und die Knorpelsubstanz auch an Stickstoff (etwa 15%), während die leimgebende Substanz der Knochen, Sehnen und Haut im Gegenteil reicher an Stickstoff ist (ca. 18%). Auch fehlt der organisch gebundene Schwefel entweder ganz, oder die Menge derselben ist geringer als in den Eiweißstoffen.

Was die Horngebilde betrifft, so finden sich dieselben hauptsächlich an der äußeren Körperfläche, in dünner Schicht als Oberhaut (Epidermis) oder in eigentümlich geformten Geweben, als Haare, Wolle, Hörner, Nägel, Hufe, Klauen, Federn 2c. Alle diese Gebilde enthalten in der aschefreien Trockensubstanz übereinstimmend 50 bis 51% Kohlenstoff, gegen 7% Wasserstoff, 16 bis 17% Stickstoff, 20—22% Sauerstoff und 3—5% organisch gebundenen Schwefel. Im wesentlichen ist also nur der Schwefelgehalt größer, das Verhältnis der übrigen Bestandteile aber fast dasselbe, wie in den Eiweißstoffen und den leimgebenden Substanzen.

Man sieht, daß alle im Tierkörper vorherrschend auftretenden organischen stickstoffhaltigen Substanzen eine sehr ähnliche und durchschnittlich fast dieselbe Elementarzusammensetzung haben, wie das reine Eiweiß, aus welchem sie sämtlich direkt oder indirekt im Prozeß der Ernährung und des Wachstums entstanden sind. Diese Übereinstimmung ergab sich auch aus einigen Untersuchungen, welche in England von Lawes und Gilbert mit ganzen Tieren, mit Ochsen, Schafen und Schweinen im mageren und fetten Zustande und zwar in der Weise ausgeführt wurden, daß man die Gesamtmenge von Wasser, fixen Mineralstoffen, Fett und sonstiger organischer Substanz, sowie in der letzteren den Stickstoffgehalt direkt ermittelte. Die sonstige organische Substanz umfaßte also alles, was in den Tieren außer dem Fett an organischen Stoffen enthalten war und stimmte der Menge nach fast vollkommen überein mit dem Eiweißquantum, welches durch Rechnung, nämlich durch Multiplikation des direkt gefundenen Stickstoffes mit der Zahl 6,25 (s. o.) sich ergab. Die Differenz betrug 0 bis höchstens 0,6% vom Lebendgewicht des

betreffenden Tieres; im Mittel aller Untersuchungen war die sonstige organische Substanz 14,67 und das aus dem Stickstoffgehalt berechnete Eiweiß 14,33 % vom Reingewicht der Tiere. Hieraus ersieht man zugleich, daß diejenigen organischen Stickstoffverbindungen, welche außer den eigentlichen Eiweißstoffen, den leimgebenden Substanzen und Horngebilden im Tierkörper vorkommen und z. B. Bestandteile des Fleischsaftes, der Galle rc. bilden, wegen ihrer verhältnismäßig geringen Menge keinerlei wesentlichen Einfluß ausüben auf die Elementarzusammensetzung, zunächst den prozentigen Stickstoffgehalt der nicht fettartigen organischen Substanz des Tierkörpers überhaupt.

Bezüglich der fixen Mineralstoffe, der Aschenbestandteile des Tierkörpers bemerke ich, daß die Gesamtmenge derselben in abgerundeten Zahlen bei Rindvieh 4—5, bei Schafen 2,8—3,5 und bei Schweinen 1,8—3,0 % von dem Lebendgewicht der Tiere beträgt, und zwar im fetten Zustand der letzteren dem angegebenen Minimum, im mageren Zustand dem Maximum sich nähernd. Phosphorsäure und Kalk sind in ziemlich gleichen Mengenverhältnissen zugegen und nehmen mit einander etwa $^4/_5$ von der gesamten Mineralsubstanz in Anspruch, während das letzte Fünftel aus Kali, Natron, Magnesia, Eisen, Chlor, Schwefelsäure, Kohlensäure und zu ganz geringem Teil aus Kieselsäure besteht; der Schwefel, welcher in organischer Verbindung, wie oben erwähnt wurde, als Bestandteil der meisten stickstoffhaltigen Tierstoffe auftritt, ist hierbei außer Rechnung gelassen.

In den Knochen ist bekanntlich die Menge der Mineralstoffe (Knochenasche) eine besonders große, und beträgt im Durchschnitt bei mittlerem Alter der erwachsenen Tiere ziemlich $^2/_3$ der wasser- und fettfreien Substanz; bald nach der Geburt sind nur etwa 50, im höheren Alter dagegen oft bis zu 75 % an feuerfester Substanz in den getrockneten Knochen zugegen und die äußeren festen Zellenschichten, namentlich der Röhrenknochen sind immer reicher, die inneren mehr porösen Massen etwas ärmer an Aschenbestandteilen. Die gesamte Knochenasche besteht ungefähr zu $^7/_8$ aus phosphorsaurem Kalk, der Rest ist kohlensaurer Kalk nebst kleinen Mengen von Magnesia, Flurorcalcium und Natronsalzen. Auf die fettfreie Trockensubstanz der Knochen berechnet, ergiebt sich an Phosphorsäure etwa 27, an Kalk 38, an Kohlensäure 3 bis 4 und an Magnesia nur 0,5 bis höchstens 1 %. Die frischen Knochen sind oft reich an Fett und zwar gewöhnlich um so mehr, je älter das betreffende Tier war und in einem je fetteren Zustand es sich befand; in gewissen Krankheiten, z. B. bei weit vorgeschrittener Knochenbrüchigkeit steigert sich

der Fettgehalt manchmal bis über 40 %, und dann ist oft die Menge des phosphorsauren Kalkes bedeutend vermindert, die des kohlensauren Kalkes entsprechend vermehrt.

Der Kalk ist in den Knochen über die Phosphorsäure vorherrschend, während diese Differenz für den ganzen Tierkörper ziemlich sich ausgleicht, weil die weicheren Gewebe und auch alle tierischen Säfte verhältnismäßig reicher an Phosphorsäure sind als an Kalk, wenn auch die absolute Menge der Phosphorsäure darin keine große ist. So enthält z. B. das frische fettfreie Fleisch, bei etwa 25 % Gesamt-Trockensubstanz, 0,6—0,8 % Phosphorsäure; in der Nervensubstanz findet man ähnliche Mengen von Phosphorsäure, in dem Blut dagegen, sowie im Chylus und in den Verdauungssäften bedeutend weniger, nur 0,1 bis 0,2 %. Im Fleisch, Blut und Chylus ist der Kalkgehalt ein verschwindend kleiner, beträgt kaum 0,01 bis 0,02 %, nur in den Verdauungssäften steigt er bis auf 0,1 und 0,2 %.

Die Magnesia scheint für den Aufbau und die Erhaltung des Organismus der Säugetiere eine ziemlich unwesentliche Substanz zu sein, wenigstens tritt dieselbe gegenüber dem Kalk sehr zurück, ihre Gesamtmenge erhebt sich kaum bis zum 30sten und 40sten Teil von derjenigen des Kalkes. Freilich darf man aus der geringen Menge eines im Tierkörper vorkommenden Mineralstoffes nicht schließen, daß derselbe für die normale Gestaltung und Erhaltung der Lebensfunktionen bedeutungslos sei. Man sieht dies an dem Eisen, welches als Eisenoxyd berechnet, von dem Lebendgewicht z. B. der landwirtschaftlichen Tiere nur 0,013—0,042 % (durchschnittlich bei mageren Tieren 0,035, bei fetten 0,023 %) beträgt und gleichwohl einen sehr wesentlichen Bestandteil des Blutes (der roten Blutkügelchen, des sog. Hämoglobins) ausmacht, bei der Blutbildung eine wichtige Rolle spielt und geradezu bedingend ist für die Erhaltung eines gesunden Zustandes im ganzen Organismus. Aus Versuchen in München von Hößlin mit jungen Hunden von 10 bis 20 kg Lebendgewicht ergab sich, daß eine Zufuhr im Futter von nur 4—6 mg Eisen pro Tag zwar genügte, um das weitere Wachstum des Körpers (Muskeln, Leber ꝛc.) zu ermöglichen, daß aber dabei eine Zunahme der Menge des Hämoglobins im Blut gar nicht oder doch nicht in einem dem Wachstum des Gesamtkörpers entsprechenden Grade stattfand. Als Allgemeinerscheinungen traten dabei starke Blässe der sichtbaren Schleimhäute, ferner rasche Ermüdung der Tiere und Beschleunigung der Pulsschläge auf. Ferner ergab sich, daß bei der allmählichen Abnahme des Hämoglobingehaltes die relative Menge des Blutes anfangs nur wenig sich verminderte, dann aber in stärkerem Grade zu sinken begann, wenn der prozentige Ge-

halt des Blutes an Hämoglobin sich dem äußersten Minimum, welches zum Leben noch notwendig ist, genähert hatte, d. h. von ursprünglich 14 bis auf 8 und 7 % gesunken war.

Auch die Menge der Alkalien im Tierkörper, sowie von Chlor (hauptsächlich als Chlornatrium vorkommend) ist keine große, aber diese Stoffe sind gleichwohl notwendige Bestandteile. Sie werden auch fortwährend mit den Endprodukten des Stoffwechsels aus dem Körper ausgeschieden und nur unter dem Einfluß einer neuen und entsprechenden Zufuhr kann der Ernährungsprozeß nach allen Richtungen hin seinen normalen Verlauf haben.

Es ist sehr bemerkenswert, daß das Kali in allen vorzugsweise lebensthätigen Zellengebilden beträchtlich über das Natron vorherrscht, so namentlich in der Muskelnervensubstanz, auch in den Blutkörperchen gegenüber dem Blutserum; es scheint daher das Kali bei Bildung der Zellen in den betreffenden Geweben und bezüglich der Funktionen derselben eine wichtige Rolle zu spielen. Dagegen findet man in den Knorpeln von Alkalien fast nur Natron, ebenso in den Knochen; jedoch ist der Gehalt der letzteren, nach deren vollkommenen Ausbildung ein äußerst geringer. Außerdem ist das Natron, hauptsächlich in der Form von Chlornatrium ein charakteristischer Bestandteil des Blutserums und des Chylus, sowie aller Verdauungssäfte und schleimigen Substanzen im Tierkörper. Die angedeutete Verteilung der beiden Alkalien im tierischen Organismus, deren Menge in den einzelnen Geweben und Säften ist eine sehr konstante, obgleich die absolute Menge nur gering ist und auf 100 kg Lebendgewicht kaum mehr als im ganzen etwa 300 g beträgt. Aber bei der fortdauernden Ausscheidung der Alkalien mit der Harnflüssigkeit würde der Ernährungsprozeß sehr bald wesentliche Störungen erleiden, wenn nicht eine entsprechende Zufuhr stattfände. Dies wird auch bewiesen durch die Resultate von Versuchen, welche auf der landwirtschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf und namentlich in den tierphysiologischen Instituten der Universität Bonn und München, an letzterem Ort von J. Forster ausgeführt worden sind. Diese Versuche ergaben, daß die Tiere bei einem sehr salzarmen Futter rasch erkranken oder ganz zugrunde gehen und daß der Mangel an Kali ebenso nachteilig wirkt, wie der Mangel an Natron oder an Kalk und Phosphorsäure. Dies ist nicht allein bei jungen, noch im raschen Wachstum begriffenen Tieren zu beobachten, sondern auch im völlig ausgebildeten Zustand derselben.

Die im Körper vorhandenen Salze sind zweierlei Art, in erster Linie nämlich solche, welche als notwendige Bestandteile zur Konstitution der Gewebe oder Säfte gehören und daher in mehr oder

weniger festen Verbindungen mit der organischen Substanz sich befinden; dies sind die eigentlichen Körpersalze, sie bilden den weitaus größeren Teil der überhaupt vorhandenen Mineralstoffe und zeigen unter sich, sowie gegenüber der organischen Substanz nach erfolgter Ausbildung und im gesunden Zustand des Organismus im allgemeinen sehr konstante Mengenverhältnisse. Außerdem ist bei reichlicher Ernährung ein anderer weit geringerer Teil von Salzen einfach in den Säften gelöst, ohne festere Verbindungen einzugehen; diese Salze können den Säften wohl innerhalb enger Grenzen eine größere Konzentration verleihen, aber niemals in irgendwie beträchtlicher Menge sich ansammeln. Sie werden rasch mit dem Harn aus dem Körper wieder entfernt und zu ihnen gesellen sich diejenigen Salze, welche bei dem normalen Zerfall und der Oxydation der verbrennlichen Stoffe frei werden oder in Verbindung treten mit den Endprodukten des Stoffwechsels. Die zuletzt erwähnten Salze werden nicht augenblicklich in ihrer ganzen Menge bei dem Durchgange des Blutes durch die Nieren ausgeschieden, sondern sie bleiben zum Teil in den kreisenden Säften noch aufgelöst und können sich abermals mit organischen Substanzen, namentlich mit Eiweißstoffen verbinden, wenn diese bei salzarmer, aber sonst genügender Nahrung aus dem Verdauungskanal in den Kreislauf der tierischen Säfte übergehen. Hiermit in Übereinstimmung zeigte sich auch bei den obenerwähnten, von Forster ausgeführten Versuchen, daß die Ausscheidung der Salze gerade bei der reichlichsten Zufuhr von verbrennlichen, aber möglichst salzarmen Stoffen am geringsten war, geringer selbst als im völligen Hungerzustande der Tiere. Dies beweist, daß der ausgewachsene Tierkörper bezüglich der konstituierenden Salze eine große Sparsamkeit beobachten und mit einem Minimum sich behelfen kann; gleichwohl darf die Salzzufuhr nicht unter eine gewisse Grenze sinken, denn die Ausscheidung kann wohl vermindert, aber niemals ganz aufgehoben werden.

In der Praxis bei der Fütterung von volljährigen Tieren, wenn diese in einem mittleren Ernährungszustand verbleiben sollen oder der Mästung unterworfen werden, ist selten zu befürchten, daß ein Mangel an Nährsalzen eintritt, es werden dieselben vielmehr ganz gewöhnlich in großem Überschuß vorhanden sein. Nur das Kochsalz macht hiervon in gewisser Hinsicht eine Ausnahme, wie unten näher erörtert werden soll. Junge, im raschen Wachstum begriffene Tiere bedürfen natürlich relativ und absolut weit mehr an Phosphorsäure und Kalk, als erwachsene, und es läßt sich das zur normalen Ausbildung erforderliche Minimum dieser Stoffe pro Tag und Kopf aus der Zusammensetzung des völlig ausgebildeten Tier-

körpers berechnen. Ein Lamm gebraucht allein zur normalen Ausbildung des Knochensystems durchschnittlich pro Tag 2, ein junges Schwein wenigstens 3, ein Kalb 15—18 g Kalk und fast ebenso viel Phosphorsäure. Da man dem Jungvieh allgemein reichliche Mengen von besonders leicht verdaulichem Futter vorzulegen pflegt, z. B. Körner und Körnerabfälle, auch Kartoffeln und Rüben, und darin die Phosphorsäure über den Kalk weitaus vorherrscht, so wird auch oft eine Extrazufuhr des letzteren Mineralstoffes zunächst in Betracht kommen und ohne wesentliche Kosten in der Form von geschlämmter Kreide oder bei Kälbern auch nur von weichen Kalk-Lecksteinen bewirkt werden können. Auch muß die Ernährung der Milchkühe unter Beachtung der im Gesamtfutter enthaltenen Menge des Kalkes und der Phosphorsäure geschehen. Wir werden hierauf in einem anderen Abschnitt dieser Ausarbeitung zurückkommen, wenn nämlich von der rationellen Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere die Rede sein wird.

Unter den in der Praxis vorhandenen Verhältnissen wird bei Pflanzenfressern gewiß niemals eine Störung in den Lebensfunktionen der Tiere stattfinden wegen ungenügender Zufuhr von Kali. Die zur Ausbildung und Erhaltung des Tierkörpers unentbehrliche Menge dieses Stoffes ist überreichlich in fast jedem vegetabilischeu Futtermittel, und namentlich in jedem Gesamtfutter vorhanden, welches man den landwirtschaftlichen Tieren vorlegt. Anders verhält es sich mit dem Natron, insbesondere dem Chlornatrium.

Bei vegetabilischer Nahrung ist das Bedürfnis nach Salz im allgemeinen ein weit größeres als bei animalischer Nahrung. Die Fleischfresser verzehren in ihrem Futter, namentlich in der Form von lebenden Tieren, ziemlich gleiche Mengen von Natron, beziehungsweise Chlornatrium, und von Kali; ebenso ist in der Milchnahrung das Verhältnis beider Alkalien noch ein günstiges, in der Kuhmilch z. B. durchschnittlich etwa wie 1 : 3 bis 4. Dagegen sind die Tiere besonders bei der Stallfütterung gezwungen, oft große Massen von kalkreichen und natronarmen, sowie fast chlorfreien Futtermitteln aufzunehmen; derartige Futtermittel sind die Kartoffeln, die Körner und Körnerabfälle von Cerealien und Leguminosen, und selbst die gewöhnlichen Rauhfutterarten enthalten unter häufig vorkommenden Boden- und Kulturverhältnissen neben einem großen Reichtum an Kali nur sehr geringe Mengen Natron. Das letztere aber und das Chlor werden, wie durch direkte Versuche nachgewiesen worden ist, bei besonders reichlicher Aufnahme von Kaliverbindungen rascher und in erhöhtem Grade mit dem Harn ausgeschieden; dadurch verarmt das Blut an Chlornatrium und das Bedürfnis solches wiederum zu

ersetzen, wird ein immer größeres. Diese Thatsachen und Betrachtungen lassen deutlich erkennen, daß man das Kochsalz für die landwirtschaftlichen Nutztiere und auch für den Menschen, namentlich für die ärmeren Volksklassen, die vorherrschend von Brot und Kartoffeln leben und nur wenig Fleischspeise sich verschaffen können, als ein wirkliches Nahrungsmittel, keineswegs als ein bloßes Genußmittel anzusehen hat. Freilich mag das durchaus unentbehrliche Quantum von Kochsalz kein großes sein, der tierische Organismus kann damit auch sparsam haushalten und mit einer verhältnismäßig geringen Menge sich ins Gleichgewicht setzen; aber ein gewisser Überschuß ist immer zuträglich, wenn er auch nur dazu dient, um dem Futter der Tiere eine größere Schmackhaftigkeit zu verleihen.

Bei aller Mannigfaltigkeit im Bau und in der chemischen Beschaffenheit des tierischen Organismus, sowie in den physiologischen Funktionen der einzelnen Organe gestaltet sich doch im ganzen und großen der tierische Ernährungsprozeß sehr einfach und läßt sich für unsere Zwecke nach seinem allgemeinen Verlauf und Erfolg in wenigen Zügen schildern. Man kann, wie im vorhergehenden nachgewiesen wurde, den ganzen Tierkörper in schematischer Auffassung ansehen als bestehend einfach aus Eiweiß, Fett, Wasser und fixen Mineralstoffen. Von diesen Bestandteilen wird durch den Lebensprozeß, durch die zusammenwirkende Thätigkeit aller Gewebe und Säfte in jedem Augenblick eine gewisse Menge zerstört und bei dem Zerfall der Stoffe die für innere oder äußere Bewegungen verbrauchte Kraft, sowie die nach außen hin abgegebene Wärme wiederum ersetzt. Um der völligen Zerstörung des Organismus entgegenzuwirken, denselben vielmehr in einen normalen Zustand zu erhalten, muß man ihm eine entsprechende N a h r u n g darbieten, ihm solche Stoffe zuführen, welche den im Lebensprozeß zerstörten gleich oder ähnlich sind, in den Säften und Geweben zur Assimilation gelangen können, und zwar muß die Zufuhr eine um so reichlichere sein, wenn es darauf ankommt, nicht allein das Zerstörte zu ersetzen, sondern auch ein Wachstum, überhaupt eine vermehrte Produktion zu ermöglichen. Wir lassen hier das Wasser und die Mineralsalze, von welchen letzteren schon vorläufig die Rede war, unberücksichtigt und betrachten den Stoffwechsel im Tierkörper nur bezüglich der o r g a n i s c h e n v e r b r e n n l i c h e n B e s t a n d t e i l e desselben und der zugeführten Nahrung.

Die organischen Stoffe, welche aus dem Verdauungskanal, so lange hier noch Reste der aufgenommenen Nahrung vorhanden sind, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergehen, also „resorbiert“ werden, sind ganz vorherrschend Eiweiß, Fett und Zucker.

Das **Eiweiß** tritt teils als solches in seinen verschiedenen löslichen Modifikationen aus dem Verdauungskanal in die Blut- und Chylusgefäße ein, teils aber, nachdem es unter dem Einfluß der Sekrete der Verdauungsdrüsen in sog. Albumosen oder schließlich in **Pepton** verwandelt worden ist. Diese letzteren Stoffe werden nach erfolgter Resorption zum Teil wenigstens wiederum in Eiweiß zurückverwandelt und können alsdann zum Aufbau tierischer Gewebe dienen.

Von der weiteren Zertrümmerung des Eiweißes durch den Saft der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und vor allem durch Fäulnisprozesse im Darm kann hier abgesehen werden.

Was die in der Nahrung enthaltenen **Fettstoffe** betrifft, so werden sie wohl zum größeren Teil als solche und zwar unter Mitwirkung der Galle und des Bauchspeichels in Form einer feinen Emulsion in die Gefäße des Tierkörpers übergehen; es ist nicht nötig, daß zu diesem Zweck vorher im Verdauungskanal eine vollständige Verseifung stattfinde. Der **Zucker** endlich, welcher so leicht und direkt aus den Verdauungsorganen in die Blutgefäße aufgenommen wird, ist teils in dem Futter der pflanzenfressenden und von gemischter Nahrung lebenden Tiere schon fertig gebildet vorhanden, teils entsteht derselbe im Verdauungsprozeß aus anderweitigen Bestandteilen des Futters; das Stärkemehl, überhaupt dasjenige, was von den sog. stickstofffreien Extraktstoffen*) der Verdauung unterliegt, vielleicht auch ein Teil der Rohfaser (Holzfaser), verwandelt sich zunächst in Zucker oder eine zuckerähnliche Substanz und gelangt erst nach dieser Umwandlung zur Resorption. Ein Teil der Kohlenhydrate erleidet allerdings durch Gärungsprozesse weitere Umwandlungen und kann dann in Form organischer Säuren (Milchsäure, Buttersäure 2c.) resorbiert werden.

Während fast unaufhörlich ein immer frischer Strom von Nährstoffen durch das Mittel des Gefäßsystems aus dem Verdauungskanal in alle einzelnen Gewebe des Tierkörpers sich ergießt, tritt demselben in der Blutbahn ein Strom von Sauerstoff entgegen. In der Wechselwirkung zwischen der zugeführten Nahrung und dem eingeatmeten Sauerstoff in allen Zellengebilden des Tierkörpers sind die Bedingungen gegeben für die im Lebensprozeß auftretenden Erscheinungen; in dieser Wechselwirkung haben wir die Quelle zu suchen für Kraft und Wärme, sowie die Gesetze aufzufinden, nach welchen die Bildung und Zerstörung, der Ansatz und Verlust von Fleisch und Fett im tierischen Organismus erfolgt. Der Sauerstoff der

*) Vergl. den Abschnitt über die Verdaulichkeit des Futters.

atmosphärischen Luft dringt von den Lungen aus in die Blutbahn ein; er wird von den Blutkügelchen absorbiert, diese sind die Träger des Sauerstoffes, durch deren Vermittelung derselbe mit allen Organen des Körpers in Berührung gebracht wird, und hier seine im Endresultat zerstörende, d. h. oxydierende Wirknng ausübt. Die durch diese Oxydationsprozesse erzeugte Kohlensäure wird dann wieder von den Blutzellen aufgenommen und bei ihrem erneuten Durchgange aus den Lungen an die Luft abgegeben. In einer Abhandlung von C. Voit und Pettenkofer werden in dieser Weise die roten Blutkörperchen mit kleinen Fahrzeugen verglichen, welche bald mit Sauerstoff bald mit Kohlensäure beladen den Gaswechsel vermitteln.

Die Menge des eingeatmeten und in die Blutbahn übergehenden Sauerstoffes ist keineswegs durch die Zahl und Tiefe der Atembewegungen bedingt, sondern durch dessen Verbrauch, also zunächst durch den Zerfall der Stoffe in den Geweben; sie wird beeinflußt durch die Art der Nahrung und durch die Masse der Organe. Bei reichlicher Eiweißzufuhr ist die Zahl der Blutkügelchen vermehrt und damit anch die Möglichkeit einer reichlicheren Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Verhältnissen gegeben; bei kräftigerem Ernährungszustand, bei größerer Masse der Organe ist die Anziehung für den Sauerstoff verstärkt und kann zugleich eine reichlichere Aufspeicherung desselben in den Organen stattfinden. Nach einigen Versuchen von Henneberg auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Weende an Ochsen, hat es den Anschein, daß zur Nachtzeit, während des Schlafes eine gewisse Menge von Sauerstoff im Körper aufgespeichert werden kann, um sodann wiederum am Tage, während des Wachens, Verwendung zu finden.

Die Stoffe zerfallen nach bestimmten Regeln, zunächst unabhängig vom Sauerstoff in den Zellen bei dem Durchgang der Ernährungsflüssigkeit durch dieselben, überall wo eine Zellenthätigkeit vorhanden ist; die zuerst entstehenden Spaltungsprodukte ziehen den Sauerstoff an und regeln dessen Aufnahme im Respirationsprozeß. Die Stoffzerlegung im Organismus muß als das Primäre, die Sauerstoffaufnahme als das Sekundäre angesehen werden, während man früher glaubte, daß umgekehrt die erstere durch die letztere bedingt sei. Wenn durch vermehrte Nahrungszufuhr oder durch starke Muskelarbeit die Stoffzerlegung sich erhöht und beschleunigt, dann wird sekundär auch mehr Sauerstoff aufgenommen, damit die betreffenden Zersetzungsprodukte verbrannt und aus dem Körper ausgeschieden werden können.

Von den in den Kreislauf der Säfte übergegangenen und mit allen Organen in Berührung kommenden Nährstoffen wird der Zucker

besonders rasch zerstört, im Respirationsprozeß verbrannt oder sonst umgewandelt. Im Körper des Pflanzenfressers gelangt ein enormes Quantum von Zucker oder zuckerähnlicher Substanz aus dem Verdauungskanal in die Blutbahn, bei einem volljährigen Ochsen im Verlaufe von 24 Stunden oft 6 bis 9 kg, und gleichwohl enthält das normale Blut des Tieres stets nur geringe Mengen von Zucker (höchstens 0,1—0,2 %) und nirgends findet eine erhebliche Ablagerung und Ansammlung desselben statt. Dies läßt sich nur erklären durch die nach und nach, während der ganzen Dauer des Verdauungsprozesses erfolgende Resorption des Zuckers, sowie dadurch, daß das Blut in kaum einer Minute seinen Kreislauf durch alle Teile des Körpers vollendet und dabei der Zucker rasch der Zerstörung oder weiteren Umwandlung in Fett oder Glykogen unterliegt.

Die Eiweißsubstanz der Nahrung, soweit sie zerstört wird, zerfällt durch die Zellenthätigkeit, direkt oder mit allerlei Zwischenstufen,*) in einfacher zusammengesetzte Stoffe. Ihr Stickstoff wird größtenteils zur Bildung von Harnstoff verwandt, welcher nur $^1/_2$ Atom Kohlenstoff für jedes Atom Stickstoff enthält, während im Eiweiß das Verhältnis dieser Elemente etwa wie $3^1/_2 : 1$ ist. Bei den Pflanzenfressern bilden sich auch, je nach der Fütterungsweise und je nach der Tiergattung, wechselnde Mengen von Hippursäure, aber immer nimmt die letztere einen weit geringeren Teil des Stickstoffes der zerstörten Eiweißsubstanz in Anspruch, als der Harnstoff und oft verschwindet sie fast vollständig aus der Reihe der gebildeten und aus dem Körper austretenden Stoffwechselprodukte. (Von einigen anderen in noch geringerer Menge vorkommenden stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukten kann hier abgesehen werden.) Der Harnstoff wird rasch wiederum von dem Blut aufgenommen, in den Nieren aus demselben ausgeschieden und mit dem Harn nach außen hin entfernt; er kann und darf nirgends im gesunden Organismus sich ansammeln, man findet davon in dem normalen Blut und in den Geweben stets nur unbedeutende Spuren, obgleich die Gesamtmenge, welche täglich z. B. im Körper eines Ochsen gebildet wird, zuweilen 500 g und noch mehr beträgt. Bei der vorwiegenden Harnstoffbildung aus Eiweiß bleibt von dessen Molekül, wie aus obiger Angabe zu ersehen, ein stickstofffreier Rest übrig. Derselbe kann am Körper in gleicher Weise, wie anderes stickstofffreies Nährmaterial verwendet werden; d. h. zur Wärme: Fett-Bildung 2c. Wie viel Fett aus Eiweiß allein zu entstehen vermag, ist noch unbekannt.

*) Vergleiche das Kapitel der Fettbildung im Tierkörper.

Henneberg hat durch stöchiometrische Berechnung das überhaupt mögliche Maximum wie folgt bestimmt.

Aus 100 Teilen von wasserfreiem Eiweiß kann der darin enthaltene Stickstoff in der Form von 33,5 Teilen Harnstoff sich abspalten; der Rest des Eiweißes = 66,5 Teile enthielte unter Aufnahme und Mitwirkung von 12,3 Teilen Wasser die Elemente zur Bildung von 51,4 Teilen Fett und 27,4 Teilen Kohlensäure. Dieses Maximum der Fettbildung aus Eiweiß wird wohl nie wirklich erreicht werden. Rubner berechnete die Fettbildung aus einem Eiweißstoff (Syntonin) auf 46,9 %; allein auch diese Zahl ist als keine sichere zu betrachten.

Das aus der Nahrung resorbierte Fett kann direkt als solches in den Körperzellen abgelagert werden, oder wird eben, wie ein Teil des aus dem Eiweiß oder den Kohlenhydraten neu gebildete zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, dabei der Wärme- oder Kraftproduktion dienend. Eine Reihe von Beobachtungen scheinen dafür zu sprechen, daß das Fett vor der vollständigen Oxydation erst wieder in ein Kohlenhydrat, Glykogen oder Zucker zurückverwandelt wird. Aus 100 Teilen Fett könnten z. B. durch Anlagerung von Sauerstoff und Wasser 189 Teile wasserfreier Traubenzucker entstehen.

Der praktische Erfolg einer bestimmten Fütterungsweise, die Nährwirkung des Futters spricht sich zunächst aus, wenn wir vorläufig absehen von der Milch- und Wolleproduktion, in dem Ansatz von Fleisch und Fett am Körper der Tiere und in der Kraftproduktion. Wir haben daher die verschiedenen Momente näher zu erörtern, welche der Fleisch- und Fettbildung im allgemeinen günstig oder nachteilig sind und wodurch größere oder geringere Arbeitsleistungen der Tiere ermöglicht werden. Vorher aber wollen wir noch einen Blick werfen auf die Methode der in dieser Richtung angestellten Versuche, auf die Mittel und Wege, unter deren Beihilfe unsere Kenntnisse, namentlich über die Gesetze der Fleischbildung in neuerer Zeit wesentlich vermehrt und aufgeklärt worden sind.

Erst seit dem Jahr 1857, nachdem im tierphysiologischen Institut zu München von Bischof und C. Voit als unzweifelhaft nachgewiesen worden war, daß man unter normalen und hierzu geeigneten Umständen den sämtlichen Stickstoff der Nahrung oder eine demselben fast genau entsprechende Menge in den „sensiblen" Ausscheidungen der Tiere (in Harn und Kot, beziehungsweise Milch, Haar und Wolle) wieder vorfindet und daß der Stickstoff des Harnes als sicherer Maßstab für die Art und Höhe des Zerfalles von Eiweiß im tierischen Organismus zu betrachten ist, erst seit dieser Zeit war eine zuverlässige Methode gegeben, mit deren Hilfe die „Gesetze der Fleischbildung" oder die Gesetze des Eiweiß-Umsatzes

und Ansatzes erforscht werden konnten. Nachdem jene Thatsache zunächst bei reiner Fleischnahrung an Hunden festgestellt war, wurde dieselbe auch bald für die verschiedensten Ernährungsverhältnisse in Versuchen mit derselben Tierart und mit Menschen, sowie auf den Versuchsstationen Weende, Halle, Möckern, Proskau und Hohenheim bei der Fütterung von Ochsen, Kühen, Hammeln, Ziegen und Pferden in zahlreichen Beobachtungen bestätigt.

Die Mengen von Stickstoff, welche im gasförmigen Zustand als freier Stickstoff oder in der Form von Ammoniak den Körper verlassen, sind bei gesunden, verdauungskräftigen und nicht übermäßig angestrengten Tieren so unbedeutend, daß sie bei der Berechnung von „Stoffwechselgleichungen“ ganz außer acht gelassen werden können. Da wir ferner oben darlegten, daß der Körper im großen Mittel nur eine stickstoffhaltige Substanz von der mittleren Zusammensetzung der Eiweiße enthält resp. aufspeichern oder abgeben kann, so genügt es, den genau ermittelten Stickstoffgehalt aller sichtbaren Ausgaben mit der Menge des Futterstickstoffs zu vergleichen, um daraus zu erkennen, ob und wie viel Fleisch (Eiweiß) am Körper angesetzt oder unter dem Einfluß der betreffenden Fütterungsweise vom Körper abgegeben, also verloren worden ist.

In ähnlicher Weise muß die chemische Analyse des Futters und der Exkremente (resp. Milch 2c.) den etwaigen Ansatz oder Verlust von fixen Mineralstoffen (Phosphorsäure, Kalk 2c.) ergeben. Es ist selbstverständlich, daß hierbei die größte Sorgfalt auf eine vollständige Ansammlung der betreffenden Ausscheidungen verwandt werden muß, daß zu diesem Zweck allerlei geeignete Vorkehrungen und Apparate (Stalleinrichtungen, Kotbeutel, Harntrichter 2c.) erforderlich sind und daß man die einzelnen Versuchsperioden auf einen hinreichend langen Zeitraum auszudehnen hat, um auf solche Weise für den Durchschnitt von jedesmal 24 Stunden zu richtigen Mittelzahlen zu gelangen.

Während man auf dem angedeuteten Wege den Einfluß des verabreichten Futters auf den Ansatz oder Verlust von Eiweiß, überhaupt die allgemeinen Gesetze erforschen kann, nach welchen die Fleischbildung im Tierkörper erfolgt, ferner die Bestimmung des Harnstickstoffes oft allein schon genügt, um über die Höhe des Umsatzes oder Zerfalles von Eiweißsubstanz Aufschluß zu erhalten, müssen dagegen neben den flüssigen und festen Ausscheidungen auch diejenigen Endprodukte des Stoffwechsels, welche im gas- oder dampfförmigen Zustande den Körper verlassen, ihrer Art und Menge nach genau ermittelt werden, wenn es sich darum handelt, auch das Verhalten der Fettsubstanz und des Wassers im Körper festzustellen. Die Produkte der tierischen Respiration und Perspiration lassen sich

hinreichend sicher nur mit Hilfe eines eigenen Apparates bestimmen, wie derselbe besonders zweckmäßig zuerst in München konstruiert wurde und jetzt allgemein unter dem Namen des „Pettenkofer'schen Respirationsapparates“ bekannt ist.

Das Prinzip, welches diesem Apparat zugrunde liegt, ist den an einem gewöhnlichen Zimmerofen zu beobachtenden Erscheinungen entnommen. „Solange der Kamin zieht, geht kein Rauch zu den Fugen und der Thür des Ofens hinaus, sondern es drückt die Luft von außen allseitig in den Ofen hinein, um nach dem Kamin zu gelangen. Wenn in dem Rohr, welches den Rauch vom Ofen nach dem Kamin führt, eine genaue Messung der in ihm sich bewegenden Luftmenge möglich ist, wenn ferner die Zusammensetzung der in den Ofen ein- und aus demselben austretenden Luft an einem Bruchteil derselben genau ermittelt werden kann, so hat man alle Faktoren in der Hand, welche man braucht, um zu bestimmen, was bei der Verbrennung im Ofen dem Luftstrome sich beimischt.“ An die Stelle des Ofens ist nun in dem betreffenden Apparat ein zur Aufnahme des Versuchsobjektes dienendes, aus Eisenblech konstruiertes kleines Zimmer („Salon“) gesetzt, mit luftdicht eingekitteten Seitenfenstern, dagegen mit einer Thür, durch deren Fugen oder angebrachten Öffnungen der äußern Luft ein ungehinderter Eintritt in den Kasten gestattet ist. Die Stelle des Kamins oder Schornsteins vertreten große Saugpumpen, die in beliebiger Hubhöhe von einem starken Uhrwerk gleichmäßig in Bewegung gesetzt werden, während zugleich eine kleine Dampfmaschine das kontinuierliche Aufziehen des Uhrwerks besorgt. Der aus dem Salon austretende Luftstrom wird mittelst einer großen Gasuhr genau gemessen, und um einen Bruchteil dieses Luftstromes und zu gleicher Zeit eine entsprechende Menge der äußeren in den Salon eintretenden Luft zu untersuchen, sind kleine Quecksilberpumpen thätig, die gleichmäßig stets einen aliquoten Teil Luft (etwa $^1/_{4000}$ der Gesamtmenge) den betreffenden Absorptionsapparaten zuführen. Das Wasser der Luft wird auf bekannte Weise durch Schwefelsäure absorbiert und gewogen, die aus dem Tierkörper gasförmig ausgeschiedene Kohlensäure aber auf die Weise ermittelt, daß die zu untersuchende Luft in feinen Bläschen durch eine bestimmte Menge Barytwasser von bekanntem Gehalt getrieben und letzteres nach Beendigung des Versuches auf seinen Gehalt an Ätzbaryt und damit zugleich an absorbierter Kohlensäure untersucht wird. Die Differenz im Wasser- und Kohlensäuregehalt der in den Salon eintretenden und aus demselben ausströmenden Luft ergiebt, unter Berücksichtigung der Größe des Gesamt-Luftstromes, die im Apparat hinzugekommenen Mengen der genannten Stoffe. Durch Einschieben einer geeigneten

Vorkehrung läßt sich außerdem die Menge des von den Versuchsobjekten etwa ausgeatmeten Wasserstoffes und Kohlenwasserstoffes, sowie auf andere Weise auch das vielleicht in kleinen Mengen vorhandene Ammoniakgas bestimmen.

Wie man sieht, ist der beschriebene Apparat so eingerichtet, daß die darin befindlichen Tiere oder Menschen unter ganz normalen Verhältnissen existieren, d. h. unter gleichem Luftdruck und ziemlich in einer gleichen Atmosphäre, wie in einem gewöhnlichen Stall oder Zimmer. Dies ist ein großer Vorteil, weil nur auf solche Weise, bei beliebig langer Ausdehnung des Versuches ganz zuverlässige, den natürlichen Verhältnissen durchaus entsprechende Resultate erzielt werden können. Freilich sind auch hierbei, namentlich wenn mit größeren landwirtschaftlichen Tieren experimentiert wird, allerlei Vorsichtsmaßregeln zu beobachten und Schwierigkeiten zu überwinden, auf deren Erörterung wir jedoch nicht eingehen können.

Der Nähreffekt einer bestimmten Fütterungsweise oder die der letzteren entsprechende S t o f f w e c h s e l - G l e i c h u n g wird nun, wenn die hierzu erforderlichen Elemente durch den direkten Versuch geliefert worden sind, aus der Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe berechnet. Aus der Differenz im Stickstoffgehalt des täglich verzehrten Futters und der täglichen „sensiblen" Ausscheidungen findet man zunächst durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 die Menge Eiweiß (trockenes Fleisch, frei von Asche), welche im Körper des Versuchstieres durchschnittlich in 24 Stunden entweder angesetzt oder auch zu Verlust gegangen ist. In ganz ähnlicher Weise ergiebt sich das Verhalten der mit dem Futter aufgenommenen Mineralstoffe, im ganzen wie im einzelnen. Um über den Einfluß des Futters auf das Gesamt-Fett im Tierkörper zu sicheren Rechnungsresultaten zu gelangen, hat man, wie erwähnt, neben dem Kohlenstoff im Harn und Kot, auch die Respirationsprodukte, die Kohlensäure und das Kohlenwasserstoffgas, genau zu ermitteln. Von der Differenz des Kohlenstoffes in den gesamten Einnahmen und Ausgaben wird zunächst die dem Ansatz oder Verlust von Eiweiß (mit 53 % Kohlenstoff) entsprechende Menge zu- oder abgerechnet und aus dem Rest durch Multiplikation mit dem Faktor 1,3 (genauer 1,307 bei 76,5 % Kohlenstoff im reinen Fett) die Menge des im Tierkörper angesetzten, beziehungsweise zerstörten Fettes gefunden. Die Veränderungen im Wassergehalt des Tierkörpers ergeben sich annähernd schon durch eine einfache Rechnung, wenn man nämlich die Summe der für Eiweiß, Mineralstoffe und Fett bekannten Werte mit der Zunahme oder Abnahme des Lebendgewichtes des Tieres vergleicht. Der im Prozeß des Stoffwechsels verbrauchte atmosphärische Sauer-

stoff bedarf keiner direkten Bestimmung, die Menge desselben läßt sich hinreichend genau berechnen, namentlich dann, wenn auch das in Dunstform aus dem Körper ausgetretene Wasser mit Hilfe des Respirationsapparates ermittelt wurde.

Zur weiteren Verdeutlichung des Vorstehenden mag hier eine Stoffwechsel-Gleichung dienen, welche auf einen in Weende mit volljährigen *Hammeln* der Göttinger Landrasse (sog. Leine-Schaf) unter Henneberg's Leitung ausgeführten Fütterungsversuch sich bezieht. Die Fütterung bestand hierbei ausschließlich aus Wiesenheu und Wasser, und die Zahlen sind auf ein Durchschnittstier von 47,8 kg Lebendgewicht und für einen Zeitraum von 24 Stunden berechnet; die mittlere Stalltemperatur während des Versuches betrug 10° C. Es ist selbstverständlich, daß ein etwaiger „Körperzuschuß" (Verlust an Körperbestandteilen) in die *Konsumtion*, ein „Körperansatz" dagegen in die *Produktion* gestellt werden muß.

Stoffwechsel-Gleichung	Trockensubstanz g	Wasser g	Mineralstoffe g	Kohlenstoff g	Wasserstoff g	Stickstoff g	Sauerstoff g
1. Konsumtion.							
2936,5 Futter u. Tränke:							
1216,0 Wiesenheu	997,3	218,6	67,9	460,1	85,8	18,1	584,0
6,0 Kochsalz	5,7	0,3	5,7	—	0,03	—	0,27
1714,5 Brunnenwasser	1,8	1712,7	1,6	0,1	191,3	—	1522,5
0,8 Körperzuschuß	0,8	—	0,8	—	—	—	—
587,6 atmosph. Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	587,6
Sa. 3524,9		1931,6	76,0	460,2	276,2	18,1	2694,4
2. Produktion.							
1814,5 Exkremente:							
1257,0 Kot	424,9	832,1	44,0	202,5	117,5	8,45	884,6
557,5 Harn	79,7	477,8	31,1	23,2	57,5	7,65	439,9
70,3 Körperansatz:							
9,5 Wolle (inkl. Schweiß u. Fett)	7,4	2,1	0,9	3,5	0,7	0,75	3,7
7,8 Fleischsubstanz	7,8	—	—	4,1	0,6	1,25	1.9
17,1 Körperfett	17,1	—	—	13,1	2,1	—	1,9
35,9 Wasser	—	35,9	—	—	4,0	—	31,9
1640,1 Respirationsprodukte:							
780,0 Kohlensäure	—	—	—	212,7	—	—	567,3
1,5 Grubengas	—	—	—	1,1	0,4	—	—
858,6 Wasser	—	858,6	—	—	95,4	—	763,2
Sa. 3524,9		2206,5	76,0	460,2	276,2	18,10	2694,4

Der in den Gesamtausgaben gefundene Überschuß an Wasser = 274,9 g ist dadurch bedingt, daß im Prozeß des Stoffwechsels 30,55 g Wasserstoff der organischen Substanz zu Wasser verbrannt worden sind. Wenn man von dem ganzen Körperansatz die Wolle (9,5 g) und außerdem 0,8 Körperzuschuß (Mineralstoffe) abzieht, so ergiebt sich 70,3—10,3 = 60,0 g als Zunahme an eigentlichem Körpergewicht (Fleisch, Fett und Wasser). Es hatte in dem vorliegenden Versuch ein Körperansatz, wenn auch nur ein unbedeutender, stattgefunden und das verabreichte Futter war also unter den vorhandenen Verhältnissen ein etwas reichlicheres, als zur bloßen Erhaltung des Tieres im unveränderten Ernährungszustand nötig gewesen wäre.

In denselben Versuchen wurden auch die Aschenbestandteile der Einnahmen und Ausgaben bestimmt und hierbei pro Tag und Kopf durchschnittlich gefunden:

In Ausgabe und Einnahme	Kali g	Natron g	Kalk g	Magnesia g	Phosphorsäure g	Schwefelsäure g	Chlor g	Kieselsäure, Sand 2c. g	Asche im ganzen g
Ausgabe:									
Kot	1,14	1,43	9,35	3,67	4,03	0,86	—	22,32	42,80
Harn	18,01	3,09	0,40	1,14	0,07	1,31	8,41	0,43	32,86
Wolle	0,76	—	0,03	0.01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,91
Summa der Ausgaben .	19,91	4,52	9,78	4,82	4,11	2,21	8,46	22,76	76,57
„ „ Einnahmen	21,27	5,68	8,44	4,47	4,08	2,46	9,74	19,47	75,61
Differenz minus . . .	1,36	1,16	—	—	—	0,25	1,28	—	—
„ plus . . .	—	—	1,34	0,35	0,03	—	—	3,29	0,86

Die Minus-Differenz bezeichnet den Ansatz, dasjenige an Mineralsubstanz, was im Körper des Tieres zurückgeblieben ist, die Plus-Differenz dagegen den Verlust vom Körper. Jedoch ist zu beachten, daß der in den Ausgaben enthaltene Überschuß von Kieselsäure und Sand nicht von dem Tierkörper herstammt, sondern durch zufällige Verunreinigung des Futters 2c. bedingt ist. Nach den obigen Zahlen ist in diesem Versuch eine nicht unbedeutende Menge von Alkalien und Chlor im Körper zurückgehalten, dagegen etwas Kalk und Magnesia abgegeben worden, während bezüglich der Phosphorsäure fast völliges Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe vorhanden war.

Aus obigem Beispiel einer Stoffwechsel-Gleichung kann man entnehmen, eine wie große Mühe und Sorgfalt aufzuwenden ist, um nur die Nährwirkung eines einzigen Futtermittels bei einer bestimmten Tiergattung einigermaßen sicher zu erforschen, und es wird wohl verständlich, daß die landwirtschaftliche Fütterungslehre, für welche auf dem angedeuteten Wege erst ganz neue Grundlagen haben geschaffen werden müssen, nur langsam nach allen Richtungen hin ihre vollkommene Ausbildung erlangen kann. Wenn es sich jedoch allein um die Feststellung des Eiweiß-Umsatzes und Ansatzes im lebenden Tierkörper handelt, dann sind die betreffenden Versuche, wie schon hervorgehoben wurde, einfacher und weniger mühsam; es ist daher natürlich, daß die „Gesetze der Fleischbildung" bereits ziemlich genau erforscht worden sind, während wir hinsichtlich der näheren Umstände, unter welchen eine möglichst hohe und vorteilhafte Fett- und Kraftproduktion zu erzielen ist, noch mehr im Unklaren uns befinden.

Die Fleischbildung.

Von großer Bedeutung für die klare Erkenntnis der allgemeinen Gesetze der tierischen Ernährung war es, als im tierphysiologischen Institut der Universität München durch die Resultate zahlreicher Fütterungsversuche von C. Voit der Beweis dafür geliefert wurde, daß das Eiweiß des Futters ein besonderes und durchaus anderes Verhalten bezüglich Ablagerung und Zerstörung — oder wie man sagen kann: bezüglich Umsatz und Ansatz — im Tierkörper zeigt, als die anderen Nährstoffe. Dieses Verhalten wird dadurch charakterisiert, daß das verfütterte Eiweiß ungemein leicht zerfällt und damit in hohem Grade Eiweißzufuhr und Eiweißumsatz parallel gehen. Als unhaltbar stellte sich die früher gehegte Ansicht heraus, daß das Proteïn-Bedürfnis eines Tieres ein innerhalb enger Grenzen gegebenes wäre und eine Zufuhr darüber hinaus einfach als Fleisch angesetzt werden könnte. In scharfem Gegensatz zu diesem Eiweiß des Futters verhielt sich der scheinbar gleiche Stoff „Eiweiß", der den größten Teil der Körperorgane zusammensetzte. Nur ein sehr geringer Teil der den Körper bildenden stickstoffhaltigen Substanz wurde pro Tag zerstört. Diese Thatsache veranlaßte Voit, im Tierkörper mit all seinen Bestandteilen als Ganzes genommen, zweierlei Arten von Eiweiß anzunehmen: das Organeiweiß und das Zirkulationseiweiß. Über diese Unterscheidung ist viel gestritten worden, man wollte sie auch durch die Ausdrücke „lebendes" und „totes" Eiweiß ersetzen, man wendete ein, daß jedes Eiweißmolekül, das zerfällt, zunächst ein Bestandteil des organisierten Proto-

plasmas der Zellen werden müßte u. a. Im wesentlichen hat jedoch dieser Streit bezüglich des Endresultates der Ernährung keine Bedeutung und können daher im folgenden die bequemen und bezeichnenden Voit'schen Ausdrücke beibehalten werden; wobei zu bemerken ist, daß aber unter Zirkulationseiweiß nicht das im Blute kreisende verstanden wird, sondern eben die ganzen, leicht zersetzlichen Mengen des Eiweißes, gleichgiltig ob sie im Blut, im Zellplasma, der Lymphe oder sonst wo momentan enthalten sind.

Die Menge des Zirkulationseiweißes ist bei schlechter Ernährung nur gering, sie beträgt beim Hungern noch nicht 1 % von dem Gewicht des Organeiweißes; der Vorrat wächst aber durch reichliche Eiweißzufuhr in der Nahrung und kann, wenigstens bei fleischfressenden Tieren, bis zu 5 % vom Gewicht des Organeiweißes und darüber ansteigen. Mag nun die Menge des im Säftestrom durch die organisierten Gewebe zirkulierenden Eiweißes groß oder klein sein, immer wird der größere Teil desselben, beim Fleischfresser gewöhnlich 70—80 %, im Verlauf von 24 Stunden zersetzt und dabei eine dem zersetzten Eiweiß genau entsprechende Menge von Stickstoff im Harn (als Harnstoff, Hippursäure ꝛc.) ausgeschieden, während von dem Organeiweiß höchstens 0,8 % der Zerstörung anheimfällt. Das Maximum des letzteren, welches täglich zerstört wird, hat man durch Versuche mit hungernden Tieren ermitteln können; bei Hunger, also vollständiger Nahrungsentziehung, wird der Vorrat von Zirkulationseiweiß rasch aufgezehrt, und schon nach wenigen Tagen bezieht sich der im Harnstickstoff gemessene Eiweißumsatz nur auf diejenige Menge, welche von dem Organeiweiß täglich in Zirkulation gezogen wird und also dem Zersetzungsprozeß unterliegt. Bei genügender aber und reichlicher Ernährung wird die Menge des zerstörten Organeiweißes eine noch geringere sein; man darf keineswegs annehmen, wie es früher fast allgemein geschah, daß alle Organe im Tierkörper einem raschen Stoffwechsel unterworfen sind und daß im Verlauf einer kurzen Reihe von Wochen gleichsam der ganze Organismus neu gebildet und aufgebaut wird. Dies ist nur bezüglich weniger Zellengebilde der Fall, indem z. B. die Blutkörperchen und auch die Zellen der Milchdrüse, letztere in der Zeit ihrer lebhaften Thätigkeit, rasch zerfallen und wiederum entstehen; aber bei weitem die meisten Organe haben, einmal gebildet, eine weit größere Beständigkeit, wenn auch der Zelleninhalt nach Menge und Beschaffenheit bei verschiedener Ernährungsweise des Tieres ein sehr wechselnder ist. Dagegen erleidet das Zirkulationseiweiß fortwährend eine Zerstörung. „Ein mächtiger Strom eiweißhaltiger Flüssigkeit verläßt beständig das Blut, badet die Organe und kehrt wieder zum Blute zurück. Auf diesem

Wege und bei der Wechselwirkung der Zellen mit dem Plasma tritt die Zerlegung des flüssigen, nicht organisierten Eiweißes ein, vielleicht auf ähnliche Weise, wie wir bei unseren relativ groben osmotischen Versuchen oder durch Haarröhrchenanziehung Trennungen von chemischen Verbindungen bewirken können" (Voit).

Daß in der That das Organeiweiß weit weniger leicht im Tierkörper dem Zerfall unterliegt, als das Zirkulationseiweiß, dafür sprechen auch mehr direkte Versuche, welche in München zuerst und dann in Leipzig ausgeführt worden sind. Man hat nämlich an Hunden beobachtet, daß das lebende Blut, welches in seiner Hauptmasse als ein Organ anzusehen ist, bei der Überführung (Transfusion) in das Gefäßsystem von einem Tier in das andere weit länger der Zersetzung widersteht, als wenn man die gleiche Menge von nicht organisiertem Eiweiß auf dieselbe Weise dem betreffenden Tier beibringt oder auch das Blut als Futter verabreicht, so daß es aus dem Verdauungskanal nach erfolgter Umänderung als Zirkulationseiweiß in den Kreislauf der Säfte eintritt.

Die Gesetze der Fleischbildung sind zuerst an fleischfressenden Tieren, zunächst am Hund ermittelt worden; sie haben aber im wesentlichen für alle höher organisierten tierischen Wesen die gleiche Giltigkeit. Die einzelnen Tiergattungen unterscheiden sich allerdings hinsichtlich der von ihnen vorherrschend verzehrten Futtermittel, sowie hinsichtlich des größeren oder geringeren Verdauungsvermögens, welches sie für bestimmte Futtermittel besitzen; aber die eigentlichen Nährstoffe, die bei der verschiedensten Fütterungsweise aus dem Verdauungskanal resorbiert werden, sind überall derselben Art, nämlich Eiweiß, Fett und Zucker, nebst Wasser und gewissen Nährsalzen. Da ferner, wenigstens in allen Säugetieren, die entsprechenden Organe nach ihrer Struktur, chemischen Zusammensetzung und ihren Funktionen fast völlig übereinstimmen, so müssen auch die Zersetzungsvorgänge einen gleichen Verlauf nehmen, d. h. die einmal resorbierten, in den Kreislauf der Säfte aufgenommenen Stoffe, mit denen wir es hier allein zu thun haben, nach denselben Gesetzen zerfallen oder in dem Tierkörper zum Ansatz gelangen. Übrigens sind auch die bei dem Fleischfresser ermittelten Gesetze des Stoffwechsels in allen Versuchen, welche man in neuerer Zeit mit Pflanzenfressern angestellt hat, ihrem Wesen und ihrer Richtung nach vollständig bestätigt worden. Nur die schließliche Größe des Zerfalles oder Ansatzes kann eine verschiedene sein, je nach dem vorherrschenden Verhältnis, in welchem die einzelnen Nährstoffe bei normaler Ernährungsweise des betreffenden Tieres resorbiert werden. Jedoch ist das Resorptionsvermögen der Pflanzen- und Fleischfresser für einzelne Nährstoffe

nicht so verschieden, wie man gewöhnlich glaubt; man hat z. B. beobachtet, daß ein Hund auf 1 kg Körpergewicht bis zu 15 g Stärkemehl täglich zu verdauen und zu resorbieren vermag, während eine gut genährte Milchkuh und selbst ein Mastochse auch nur 12 bis 18 g Kohlehydrate (stickstofffreie Nährstoffe) pro Tag und Kilogramm Lebendgewicht dem Futter entnimmt. Ähnliches beobachtet man bezüglich der Resorption von Eiweiß, nicht aber bezüglich des Fettes, welches von dem Fleischfresser in verhältnismäßig größerer Menge verdaut wird, als von dem Pflanzenfresser.

Umsatz und Ansatz von Eiweiß im Tierkörper lassen sich ihren Ursachen nach nicht immer scharf von einander trennen; oft ist beides gleichzeitig erhöht oder vermindert, oft aber auch mit vermindertem Umsatz der Ansatz erhöht oder umgekehrt. Ich will hier jedoch, der besseren Übersicht wegen, zunächst die Momente andeuten, durch welche der Eiweißumsatz beschleunigt und gesteigert wird, indem ich die Frage des Eiweißansatzes, der eigentlichen Fleischbildung, vorläufig unberücksichtigt lasse.

1. In erster Linie ist es die Eiweißzufuhr, welche die Höhe des Eiweißzerfalles im Tierkörper bestimmt und beherrscht. Im absoluten Hungerzustande sind alle Tiere Fleischfresser, sie zehren von dem eigenen Fleisch und Fett, und der Eiweißumsatz ist ein relativ geringer; derselbe beträgt z. B. bei einem großen Hund auf 1 kg Lebendgewicht in 24 Stunden etwa 1,2 g trockenes Eiweiß, bei einem Ochsen nur 0,33 bis 0,50 g. Bei mittlerer Ernährung werden pro Kilogramm Lebendgewicht von einem großen Hund, wenn derselbe ein passend gemischtes Futter verzehrt, ungefähr 5,0 g an Eiweiß täglich zerstört, von einer Milchkuh 1,8 g, von einem Menschen 2,0 g, von einem volljährigen ruhenden Ochsen nur 0,75 und von einem Schaf 1,2 g. Infolge sehr reichlicher Ernährung aber kann der Eiweißumsatz bis zum Doppelten und Dreifachen, bei der Mästung der Ochsen und Schafe bis zum Fünffachen des Verbrauches bei mittlerer Ernährung ansteigen und bei ausschließlicher Fleischfütterung des Hundes sogar das Fünfzehnfache von dem betragen, was beim Hungern täglich an Eiweiß zerstört wird. Versuche in Göttingen von Kern und Wattenberg mit Masthammeln zeigten, daß bei steigender Eiweißzufuhr nur ein kleiner Teil im Körper zum Ansatz gelangt, während der weitaus größte Teil des mehr zugeführten Eiweißes zerfällt (87—97 %), der betreffende Stickstoff im Harn sich ausscheidet und der Rest an organischer Substanz unter hierzu geeigneten Umständen zur Fettproduktion beiträgt.

Da vom Hungerzustande angefangen bei Zulage von Eiweiß im Futter das sich bildende Zirkulationseiweiß nicht momentan zer-

stört wird, sondern sich eben deswegen ein Teil als „Vorratseiweiß“ ansammelt, so muß unter sonst gleichen Verhältnissen der tägliche Eiweißumsatz allmählich wachsen. In der That tritt mit jedem Quantum Eiweiß, welches dem Tier gereicht wird und das von ihm einerseits verdaut werden kann, andererseits es am Leben zu erhalten vermag, in kürzerer oder längerer Zeit „Stickstoffgleichgewicht“ ein, d. h. es wird schließlich mit dem Harn und Kot (beziehungsweise Milch ꝛc.) täglich im Durchschnitt genau ebensoviel Stickstoff ausgeschieden, als mit der Nahrung aufgenommen wurde. Das Stickstoffgleichgewicht erfolgt um so rascher, je stickstoffreicher die Nahrung ist und je mehr der Organismus in einem fettarmen Zustand sich befindet, im allgemeinen daher rascher bei fleischfressenden, als bei pflanzenfressenden Tieren. Sobald das Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist, der Körper dasselbe also, sei es durch Abgabe oder Ansatz von Fleisch- oder Eiweißmasse erreicht hat, so ist auch meistens bei sonst unveränderter Nahrung dieselbe tägliche Eiweißzufuhr notwendig, um den Eiweißbestand des Körpers unverändert zu erhalten.

2. Aus dem Vorhergehenden ist schon ersichtlich, daß auch die gesamte Organmasse, und namentlich das Verhältnis, in welchem das Zirkulationseiweiß zu dem Organeiweiß, sowie das ganze Körpereiweiß zum Körperfett vorhanden ist, also überhaupt der Ernährungszustand des Tieres einen Einfluß äußert auf die Höhe des Umsatzes, wenn auch in weit geringerem Grade als die Eiweißzufuhr. Bei großer Fleischmasse ist unter sonst gleichen Umständen der Umsatz etwas größer, als bei relativ geringer Fleischmasse, weil immer auch ein gewisser Teil des Organeiweißes der Zerstörung unterliegt. Man erkennt dieses besonders deutlich bei plötzlichen Futterveränderungen, wenn man z. B. von einer längere Zeit hindurch eingehaltenen stickstoffreicheren Fütterungsweise zu einer stickstoffärmeren übergeht. Alsdann ist in den ersten Tagen die Stickstoffausscheidung noch weit größer, als der verminderten Zufuhr entspricht, weil zunächst ein beträchtlicher Teil des vorhandenen Zirkulationseiweißes zerfällt, bis der Rest mit der Zufuhr sich ins Gleichgewicht gesetzt hat; aber auch später findet man noch längere oder kürzere Zeit hindurch in den Ausscheidungen einen Überschuß gegenüber der Stickstoffaufnahme, indem auch von dem Organeiweiß unter solchen Verhältnissen eine gewisse Menge zerstört wird, bis endlich nach allen Richtungen hin zwischen Ausgabe und Einnahme Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist und die geringere Eiweißzufuhr nun zur Erhaltung des schließlich erreichten Körperzustandes wiederum vollständig ausreicht. Wenn man aber nach Eintritt dieses Zustandes zu der ursprünglichen größeren Menge von Futtereiweiß zurückkehrt, so wird keineswegs ebensoviel

Organeiweiß im Körper wieder angesetzt, als infolge der verminderten Eiweißzufuhr zerstört worden ist, sondern gewöhnlich weniger und das Stickstoffgleichgewicht wird also rascher erreicht, weil bei einseitiger Erhöhung der Eiweißumsatz zunächst das Zirkulationseiweiß im Tierkörper und damit der ganze Eiweißumsatz zunimmt, während das Organeiweiß auf diesen Umsatz in weit geringerem Grade einwirkt. Nur unter geeigneten Umständen, von denen unten die Rede sein wird, kann man hierbei auch den Ansatz von Organeiweiß und damit gewöhnlich zu gleicher Zeit die Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere beschleunigen.

3. Eine mäßige Beigabe von Kochsalz zum täglichen Futter verstärkt die Saftströmung im Organismus und damit oft den Eiweißumsatz (bei ausschließlicher Fleischfütterung des Hundes nach Versuchen von C. Voit um durchschnittlich 4,5 % und ähnlich auch bei vegetabilischer Nahrung und wiederkäuenden Tieren), wobei das Kochsalz noch sonstige, schon früher (S. 14) hervorgehobene Vorteile gewährt, namentlich bei pflanzenfressenden Tieren.

4. Man muß sich hüten, den Tieren zu starke Salzgaben zu verabreichen, denn sie werden dadurch, bei ungehindertem Saufen, zu einer übermäßigen Wasseraufnahme bestimmt, und diese veranlaßt abermals eine Steigerung des Eiweißumsatzes, also eine erhöhte Zerstörung von wertvoller Futtersubstanz, wenn nämlich die größere Wassermenge nicht im Körper zum Ansatz gelangt, sondern rasch auf dem Wege der dadurch vermehrten Verdunstung und Harnausscheidung wieder entfernt wird. Freilich ist diese Steigerung thatsächlich gering und früher überschätzt worden. Nach Beobachtungen von Henneberg in Weende an Ochsen betrug bei einer um $^1/_5$ vermehrten Wasseraufnahme die Erhöhung des gesamten Eiweißumsatzes durchschnittlich 7,2 %. Diese letzterwähnte Zunahme wäre keineswegs unbedeutend, sie beträgt vielleicht ein Drittel und selbst über die Hälfte desjenigen Eiweißes, welches sonst im Körper wäre angesetzt worden. Jedenfalls hat man, um möglichst günstige Resultate, namentlich bei der Fütterung von Jungvieh und Masttieren, zu erzielen, alles zu vermeiden, was eine übermäßige Aufnahme von Wasser veranlassen kann, z. B. zu wässeriges Futter, zu hohe Stalltemperatur, zu starke Salzgaben, zu viel Bewegung 2c., und zwar wird dieses bezüglich der Schafe noch mehr zu beachten sein, als bezüglich der Rinder, da die ersteren Tiere im Verhältnis zur Trockensubstanz im Futter weit weniger Wasser freiwillig aufnehmen, als die letzteren. Nur den milchgebenden Tieren schadet eine gesteigerte Wasseraufnahme weniger, und es kann diese sogar eine erhöhte Milchproduktion bewirken, obgleich es auch hier rätlich ist,

eine gewisse Grenze bezüglich der Wässerigkeit des Futters nicht zu überschreiten.

5. Eine erhebliche Steigerung des Eiweißzerfalls vermag Sauerstoffmangel herbeizuführen. Bereits Fränkel hatte dies bei Hunden nachgewiesen, die durch Trachealverschluß einem erheblichen Luftmangel unterworfen wurden und später wurde dieser Befund auch bei anderen Tieren bestätigt. Araki zeigte besonders, daß eine Reihe von Giften, deren Wirkung in mancher Beziehung einem Sauerstoffmangel gleichkam, leicht sogar Eiweiß in den Harn überführen kann. Natürlich ist hier nicht der zu geringe Luftzutritt in die Lungen das primär Wirksame, sondern die zu geringe Sauerstoffversorgung der Gewebe, in erster Linie der Muskeln durch das Blut. Strömt nicht genügend ateriellés Blut durch die Muskeln, so tritt eine Art „Muskel-Dispnoe" ein. Dies ist bedeutsam bei zu heftiger Anstrengung der Tiere, bei welcher leicht das plötzlich eintretende große Sauerstoffbedürfnis durch genügende Blutzufuhr nicht gedeckt werden kann. Hieraus erklären sich zum Teil die schädlichen Folgen jeder Überanstrengung, selbst wenn letztere nur kurze Zeit dauert.

6. Was den Einfluß von allerlei Reizmitteln, überhaupt solchen Substanzen betrifft, welche das Nervensystem in Aufregung versetzen, so scheint dabei der Eiweißumsatz nicht wesentlich verändert zu werden. Wenigstens ergab sich dieses aus den von Voit ausgeführten Versuchen mit Hunden, denen er teils im Hungerzustande, teils auch bei verschiedener Fütterungsweise beträchtliche Mengen von Kaffeeabsud verabreichte. Die Wirkungen auf das Nervensystem scheinen durch so kleine Metamorphosen der Eiweißsubstanz bedingt zu sein, daß diese für die Gestaltung des Stoffwechsels im großen Ganzen keine Bedeutung haben.

7. Endlich scheint noch, daß unter Umständen auch die einseitige Erhöhung der Zufuhr von Fett den Eiweißumsatz ein wenig zu vermehren vermag. Jedoch kommt diese Wirkung des Fettes bei der Ernährung der Pflanzenfresser kaum in Betracht; sie tritt nur hervor bei Eiweißhunger oder wenn kleine, zur völligen Aufhebung des Verlustes an Körpereiweiß nicht genügende Mengen von Eiweiß im täglichen Futter verabreicht werden.

Auf die Beschleunigung des Eiweißansatzes ist ein Hauptstreben des Viehzüchters und Viehmästers gerichtet, und zwar ist ihm vorzugsweise daran gelegen, die Masse des Organeiweißes im Körper der Tiere möglichst rasch zu vermehren, denn das ist das stabilere Eiweiß, welches, einmal abgelagert, nicht so leicht der Zerstörung anheimfällt, und neben dem Fett, beziehungsweise Wasser,

hauptsächlich die Zunahme des Lebendgewichtes bedingt. Aus den obigen Mitteilungen läßt sich schon manches entnehmen, das den Ansatz von Eiweiß befördert, denn dasjenige, was den Umsatz erhöht, muß in entgegengesetzter Richtung die Bedingungen für den Ansatz im allgemeinen günstiger gestalten. Aber es ist wichtig, daß es auch direkte Mittel giebt, um an Eiweiß in der täglichen Nahrung zu sparen, den Umsatz desselben für jeden Zweck der Fütterung auf das nötigste Minimum zu reduzieren und damit den Ansatz von Fleisch am Körper zu befördern, überhaupt das Eiweiß für die Produktion besonders wertvoller tierischer Stoffe möglichst auszunutzen.

1. Es ist selbstverständlich, daß ein größeres Futterquantum, bei sonst ganz gleicher Zusammensetzung desselben, auch mehr Ansatz im Körper bewirken muß, als ein kleineres; aber es ist alsdann dieser Ansatz nicht allein absolut, sondern oft auch relativ größer, wie aus verschiedenen, namentlich in Weende von Henneberg und Stohman mit Ochsen ausgeführten Versuchen zu entnehmen ist. In einem Fall z. B. wurde die Gesamtmenge der verdaulichen Nährstoffe im täglichen Futter von 8,93 bis auf 9,73 kg erhöht, während das Verhältnis zwischen dem verdaulichen Eiweiß und den Kohlehydraten (stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen) unverändert blieb; das Resultat war, daß nach dieser Steigerung von dem gesamten resorbierten Eiweiß 32 %, vorher dagegen nur 18 % zum Ansatz gelangten. In anderen Versuchen ergab sich bei ausschließlicher Kleeheufütterung durch eine pro Tag und Kopf um 2 bis 2½ kg erhöhte Heuration die Steigerung des Ansatzes von 9 auf 14 und von 11 auf 15 % der Gesamtmenge des im ganzen verdauten Futtereiweißes. Diese Thatsachen zeigen, wie überaus wichtig es ist, besonders bei der Mästung der Tiere, für die Aufnahme einer möglichst großen Menge des betreffenden Futters Sorge zu tragen; ein Geringes mehr oder weniger kann schon einen wesentlich verschiedenen Masterfolg bedingen.

2. Bei einseitiger Steigerung der Eiweißzufuhr, ohne also gleichzeitig an stickstofffreien Nährstoffen zuzulegen, wird freilich, wie schon erwähnt wurde, zunächst die Masse des Zirkulationseiweißes und damit auch die Zerstörung desselben wesentlich erhöht, aber dennoch immer ein gewisser Teil des Zuschusses von Eiweiß zum Ansatz gebracht; denn der Körper setzt sich nicht plötzlich, sondern erst nach einigen Tagen, überhaupt erst, je nach den Umständen, in kürzerer oder längerer Zeit mit der größeren Menge des Futtereiweißes ins Stickstoffgleichgewicht. Es ist jedoch bei der einseitigen oder sehr vorherrschenden Steigerung des Futtereiweißes große Vorsicht zu beobachten, denn oft wird dadurch der Umsatz in dem Grade

vermehrt, daß nur sehr wenig als Organeiweiß zur Ablagerung gelangt und die ganze Fütterungsweise einen äußerst geringen Nähreffekt hervorbringt, also wenig lohnend erscheint. Es ist hierbei der jedesmalige Ernährungszustand des betreffenden Tieres, sowie die Beschaffenheit des vorher verabreichten Futters durchaus maßgebend.

3. Das im Körper schon abgelagerte Fett wirkt vermindernd auf die Zerstörung des Eiweißes und also fördernd für den Eiweißansatz. Nicht sowohl die absolute Menge des Körperfettes ist hierbei das Bedingende, sondern vielmehr das Verhältnis, in welchem es zum Körperfleisch sich vorfindet. Es ist nachgewiesen, daß in einem fetten Körper, bei sonst gleicher Fleischmasse und gleicher Ernährung, der Eiweißumsatz ein geringerer ist, als in einem fettarmen Körper. Daher kann auch der Ansatz von Eiweiß, die Fleischbildung, bei den Pflanzenfressern um so rascher und leichter erfolgen, als diese Tiere bekanntlich zur Fettablagerung sehr geneigt sind und schon bei mittlerem Ernährungszustand in ihrem Körper eine verhältnismäßig weit größere Menge von Fett zu enthalten pflegen, als die Fleischfresser. Aus demselben Grund wird man im Futter der Pflanzenfresser oftmals das Eiweiß einseitig steigern können und damit gleichwohl einen günstigen Erfolg erzielen. Jedoch darf man auch bei diesen Tieren den durch die vorausgehende Fütterungsweise bedingten Körperzustand nicht außer acht lassen; namentlich im Beginn der Mästungszeit wird das passendste Futter ein wesentlich anderes sein müssen, je nachdem man es mit mageren und abgetriebenen Tieren zu thun hat oder dieselben bereits in einem guten Ernährungszustand sich befinden. Die große Neigung der Pflanzenfresser zum Fettwerden steht im Zusammenhang mit der Art und Weise ihrer normalen Ernährung, sowie mit der dadurch beeinflußten Menge und Beschaffenheit des Blutes, vielleicht auch mit der Größe und Ausbildung ihrer Respirationsorgane. Je mehr aber die Tiere in einen sehr fetten Zustand übergehen, desto geringer wird im allgemeinen die Zerstörung der Stoffe im Körper, desto weniger vermögen die Blut- und Chylusgefäße aus dem Verdauungskanal von der zugeführten Nahrung aufzunehmen, desto mehr vermindert sich schließlich die Menge des zur Sättigung erforderlichen Futters. Diese Erscheinungen machen sich vorzugsweise bei der Fütterung von Mastschweinen bemerkbar, bei denen zuweilen sogar eine fettige Degeneration der Organe eintritt; aber auch bei dem sehr fetten Jungvieh der Wiederkäuer hört zuletzt das normale Wachstum auf. Bei sehr fetten oder völlig gemästeten Tieren kann man den einmal erreichten hohen Ernährungszustand mit einem mäßigen Futter ziemlich unverändert erhalten, wenn man auf einen weiteren Ansatz von

Körpermasse verzichtet oder diese schon auf ihrem relativen Maximum angelangt ist. Es wird dies durch Versuche bestätigt, welche man in Hohenheim und Möckern mit gemästeten Schafen und Ochsen angestellt hat.

4. Von der größten Wichtigkeit für die Ersparnis von Futtereiweiß und um den Ansatz des letzteren zu befördern, ist das gegenseitige Mengenverhältnis, in welchem die einzelnen Nährstoffe, also Eiweiß, Fett und Zucker (Stärkemehl oder überhaupt sog. Kohlehydrate) zur Verdauung und Resorption gelangen. Ich erwähne in dieser Hinsicht zunächst das Fett der Nahrung. Wenn man z. B. einen großen, reichlich 30 kg schweren Hund täglich mit 500 g von frischem, fettfreiem Fleisch füttert, worin etwa 110 g an reiner Eiweißsubstanz enthalten sind, so genügt dieses Fleischquantum bei weitem nicht, um das Tier in einem mittleren Ernährungszustande zu erhalten; dasselbe magert vielmehr fortwährend ab, verliert täglich an Fleischmasse und kommt zuletzt dem Hungertode nahe. Um ein solches Tier kräftig und bei unveränderter Fleischmasse zu erhalten, sind als tägliches Futter bei ausschließlicher Fleischnahrung etwa 1500 g notwendig. Wird dagegen neben 500 g Fleisch eine gewisse Menge von Fett, z. B. 200 g, verabreicht, so hört die Abmagerung, der Fleischverlust vom Körper auf, das Tier verbleibt fortwährend in einem gesunden und kräftigen Zustand, und es kann selbst bei der erwähnten Fett- und gleichbleibenden Fleischmenge von der letzteren ein entsprechender Teil zum Ansatz gelangen, also die gesamte Fleischmasse des Körpers sich vermehren. Dieser Ansatz findet dann vorherrschend an den Geweben statt, das Organeiweiß gewinnt an Masse und damit erhöht sich gewöhnlich das Lebendgewicht des Tieres. Es wirkt somit das Fett, wie man sagt: „Eiweiß ersparend“, es drückt den Eiweißumsatz herab.

Man darf aber nicht glauben, daß wenn man dem bisher ausschließlich mit 1500 g Fleisch gefütterten und damit im Stickstoffgleichgewicht befindlichen Hund nun außerdem noch 200 g Fett verabreicht, daß dann sofort der tägliche Fleischzerfall im Körper des Tieres von 1500 bis auf 500 g sich vermindert und also 1000 g Fleisch zum Ansatz gelangen. Der Eiweißumsatz wird, wie schon hervorgehoben wurde (S. 27), in erster Linie von der Eiweißzufuhr beherrscht; bei größerer Fleischgabe ist immer auch der Umsatz ein entsprechend größerer, einerlei ob man gleichzeitig Fett verabreicht oder nicht. Das Fett kann nicht das ganze Eiweiß vor der Zerstörung schützen, es wird diese bei mittleren und größeren Eiweißgaben nur um einen geringeren Prozentsatz vermindert. Die Verminderung des Eiweißumsatzes (beziehungsweise Erhöhung des Fleisch-

ansatzes) durch die Beigabe von Fett ist anscheinend nicht bedeutend, es betrug dieselbe in zahlreichen Versuchen von Voit mit fleischfressenden Tieren, bei Verabreichung mittlerer und größerer Fleischrationen, von 1 bis zu 15 %, durchschnittlich 7 % des Gesamtumsatzes; aber es ist diese Wirkung bei gleichbleibendem Futter oft eine lang andauernde, so daß schließlich, wenn wiederum Stickstoffgleichgewicht zwischen Aufnahme und Ausgabe eingetreten ist, der gesamte Nähreffekt des Futters ein sehr beträchtlicher sein kann.

Im Futter der pflanzenfressenden Tiere tritt die eiweißersparende Wirkung des Fettes nicht so deutlich hervor, wie bei der Fleischnahrung, weil diese Wirkung durch die Gegenwart großer Massen von Kohlehydraten verdeckt ist. Auch darf der Fettgehalt im Futter, namentlich der Wiederkäuer, eine gewisse Grenze nicht überschreiten; kleine Mengen von Fett äußern im allgemeinen einen günstigen Einfluß, größere Mengen aber sind oft schädlich, weil dadurch Störungen im Verdauungsprozeß entstehen und eine immer zunehmende Appetitlosigkeit der Tiere veranlaßt wird.

5. Eine weit größere Bedeutung für die Ernährung der Pflanzenfresser als die Fette haben die Kohlehydrate (Stärkemehl, Zucker 2c.). Sie bewirken gleichfalls eine Verminderung des Eiweißverbrauches im Tierkörper, und zwar in höherem Grade noch als das Fett. Diese Verminderung betrug in Versuchen mit Fleischfressern bei Fütterung von Stärkemehl neben Fleisch durchschnittlich 9 %, dagegen bei Verabreichung einer gleichen Gewichtsmenge Fett nur 7 %. J. Munk war es gelungen, durch stärkereiche und und stickstoffarme Nahrung bei Hunden den Stickstoffumsatz sogar unter die Stufe herabzudrücken, die man sonst bei reinem Hunger beobachtete. Das Stärkemehl setzt unter allen Umständen die Zerstörung des Eiweißes herab, obgleich auch durch Stärkemehl dieselbe niemals ganz aufgehoben, sondern nur vermindert werden kann. Der Wert des Stärkemehls für die Fleischbildung ist also hiernach ein anderer als der sog. Respirationswert desselben; hinsichtlich des letzteren, d. h. bezüglich der Sauerstoffmenge, welche zur vollständigen Verbrennung erforderlich ist, verhalten sich Stärkemehl und Fett wie 1 : 2,44, während die Verminderung des Eiweißumsatzes durch Stärkemehl schon bei gleicher Gewichtsmenge nach vorliegenden Versuchen eine oft ebenso große ist, wie durch Fett.

Die Pflanzenfresser verzehren bei ihrer normalen Ernährung sehr große Mengen von Kohlehydraten, und hierauf beruht es hauptsächlich, daß diese Tiere im Beharrungsfutter verhältnismäßig wenig Eiweiß bedürfen und daß bei deren Produktionsfütterung besonders leicht ein Teil des verdauten Eiweißes im Körper zurückbleibt, an

den Geweben als Organeiweiß zum Ansatz gelangt. Ein gewisses Minimum aber von Eiweiß muß überall auch im Futter der Pflanzenfresser vorhanden sein und kann durch keinen anderen Futterbestandteil ersetzt werden. Es ist gerade die wichtigste, freilich nur schwierig und erst nach und nach zu lösende Aufgabe der Fütterungslehre, für alle einzelnen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung dieses Minimum von verdaulichem Eiweiß und überhaupt die nötige Menge und das richtigste Verhältnis der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffe im täglichen Futter der Tiere festzustellen. Was in dieser Hinsicht bisher, namentlich auf den landwirtschaftlichen Versuchsstationen, durch direkt und exakt ausgeführte Versuche ermittelt worden ist, wird später Erwähnung finden.

Die Fettbildung.

Das mit der Nahrung aufgenommene und aus dem Verdauungskanal resorbierte Fett bleibt unter hierzu geeigneten Umständen im Tierkörper unzerstört und wird an den Organen abgelagert; dies ist gegenwärtig ebensowenig zweifelhaft, als daß auch aus anderen Bestandteilen der Nahrung eine Neubildung von Fett erfolgen kann. Ich will in ersterer Hinsicht nur auf die Resultate einiger Versuche hinweisen, welche wir der Thätigkeit des tierphysiologischen Instituts in Müncheu verdanken.

Fleischfressende Tiere, welche durch vorausgehende Fütterung ausschließlich mit Fleisch an ihrem Körper eiweißreich und verhältnismäßig schon fettarm geworden sind, lassen sich durch längeres Hungern fast ganz fettfrei machen; außerdem erkennt man den Zeitpunkt, wo die hochgrädigste Fettarmut des Tieres eingetreten ist, daran, daß die beim Hungern längere Zeit hindurch sehr gleichmäßige Ausscheidung von Harnstickstoff zuletzt rasch steigt, weil mit dem völligen Verschwinden des Körperfettes mehr Fleisch im Körper zersetzt wird. Ein solches Tier, ein etwa 20 kg schwerer Hund, wurde in Versuchen von F. Hofmann nach 30tägigem Hungern 5 Tage lang ausschließlich mit möglichst großen Quantitäten Speck gefüttert, wobei täglich im Durchschnitt 370,8 g reines Fett wirklich zur Verdauung und Resorption gelangten. Dies ist eine so große Menge, daß von dem vollständigen Verbrennen dieses Fettes nicht die Rede sein kann; denn dann hätten täglich 1040 g Kohlensäure ausgeschieden werden müssen, während die direkte Bestimmung der Respirationsprodukte an fast nochmal so großen Hunden, im besten Ernährungszustand derselben weit geringere Zahlen ergeben hat. In dem nach Beendigung des Versuches getöteten Tier fanden sich an verschiedenen Organen

im ganzen 1352,7 g Fett, gegenüber von etwa 150 g, die anderweitigen Untersuchungen zufolge nach 30tägigem Hungern vor dem Beginn der Speckfütterung höchstens hätten vorhanden sein können, so daß in diesem Fall täglich ungefähr 250 g Fett aus der Nahrung unzerstört geblieben und abgelagert worden waren. Auch in anderen Versuchen mit Hunden, bei mehr normaler Fütterung mit Fleisch und Fett und unter Beihilfe des Respirationsapparates fand man die Thatsache bestätigt, daß häufig ein beträchtlicher Teil des mit dem Futter aufgenommenen Fettes im Körper angesetzt wird; in Einzelversuchen von Voit und Pettenkofer betrug diese Fettmenge z. B. pro Tag 38, ferner 45 und 108 g. Seitdem haben noch zahlreiche Versuche die Ablagerung des Nahrungsfettes im Körper bewiesen. So fand z. B. J. Munk, bei ähnlich wie oben vorbereiteten Hunden, daß ihr Fett nach dem Schlachten genau dem verfütterten Fett entsprach (öliges Pferdekammfett oder fester Hammeltalg). F. Lehmann wies die Futterfette im Speck der damit ernährten Schweine nach, u. a. Diese Thatsachen haben um so größere praktische Bedeutung, als sie zeigen, daß die Qualität des verfütterten Fettes in erheblichem Grade die Qualität des gewonnenen tierischen Produktes zu beeinflussen vermag.

Für die Neubildung von Fett im lebenden Tierkörper brauchen keine besonderen Beweise aufgeführt zu werden; dieselbe ergiebt sich schon zur Genüge aus der alltäglichen Erfahrung, namentlich bei der Mästung und bei der Milchproduktion. Dagegen erscheint es wichtig, die Frage zu erörtern, welche Nährstoffe es sind, die zur Neubildung von Fett vorherrschend oder ausschließlich das nötige Material liefern.

Selbstverständlich kommen hierbei nur die Eiweißkörper, überhaupt die organischen Stickstoffverbindungen und die Kohlehydrate in Betracht, denn außer diesen Nährstoffen und dem Fett selbst sind weder in dem Futter der Pflanzenfresser, noch in dem der Fleischfresser andere organische Substanzen in solcher Menge vorhanden, daß sie irgendwie wesentlich zur Fettbildung beizutragen vermöchten. Was zunächst die Fettbildung aus Eiweiß betrifft, so haben die Anschauungen darüber eigentümliche Wandlungen durchgemacht. Nach der ursprünglich Liebig'schen These sollten nur die Kohlehydrate Fettbildner sein. Diese Ansicht wurde auf Grund einiger allgemeinen Beobachtungen besonders aber einer Reihe von Versuchen von Voit und seinen Schülern verlassen und sogar die gegenteilige Behauptung aufgestellt, daß nur das Fett der Nahrung sowie das aus den Eiweißstoffen abgespaltene Fett das Material für das Körperfett liefere. Bald kam man jedoch von dieser extremen Auffassung nicht

nur wieder zurück, sondern von Pflüger wurde sogar die Beweiskraft aller Versuche bestritten, welche überhaupt zur Stütze der Fettbildung aus Eiweiß angeführt worden waren.

Aus diesem Grunde möge hier kurz auf einige Versuche resp. Beobachtungen eingegangen werden, welche die vorliegende Frage betreffen.

Zunächst mußte die leichte Bildung von Fettstoffen, besonders Fettsäuren, aus Eiweißen außerhalb des tierischen Organismus die gleiche Bildung im Organismus sehr wahrscheinlich machen. Setzt man Eiweiß der Fäulnis aus, behandelt man es mit Alkalien, oder verschiedenen Oxydationsmitteln, so entstehen daraus neben anderen Zersetzungsprodukten auch eine Reihe von Fettstoffen. Langsam verwesende Leichen verwandeln ihre eiweißhaltigen Gewebe in sog. Leichenwachs (Adipocire, meist aus palmitin- und stearinsaurem Kalk bestehend).

Weiter wurde die Annahme der Fettbildung aus Eiweiß durch die Wirkung gewisser Gifte, besonders des Phosphors gestützt. Mit letzterem getötete Tiere zeigen eine ausgesprochene „fettige Degeneration“ der Organe, besonders der Leber, deren Fettgehalt bis auf das Dreifache der Normalen steigen kann. Dabei wird während der Vergiftung, wie z. B. ein Versuch von J. Bauer im Münchner physiologischen Institut an einem hungernden Hunde bewies, der Stickstoffzerfall im Körper gesteigert, die Kohlensäureproduktion dagegegen vermindert, so daß es nahe liegt, die Wirkung des Phosphors in der Weise zu erklären, daß durch dieses Gift Körpereiweiß zerstört wird, der Stickstoff desselben eben im Harn zur Ausscheidung gelangt und der kohlenstoffhaltige Rest der Eiweißmoleküle in Form von Fett im Körper zurückgehalten wird.

Neben diesen Beobachtungen bei rein chemischen Umsetzungen der Eiweißstoffe resp. der Giftwirkungen auf den Körper standen noch weitere Befunde zur Stütze der Ansicht von der Fettbildung aus Eiweißstoffen zur Verfügung, welche bei ganz gesunden und normal gefütterten Tieren gemacht wurden.

F. Hofmann hat z. B. die Eier der gewöhnlichen Schmeißfliege auf reinem Blut sich entwickeln lassen und in den daraus gebildeten Maden 7 bis 11 mal mehr Fett gefunden, als in den Eiern und in der dargebotenen Nahrung ursprünglich enthalten war, obgleich die Tiere bei weitem nicht alles Blut verzehrt hatten; der Überschuß von Fett konnte nur aus dem Futtereiweiß entstanden sein. Voit und Pettenkofer konstatierten bei Fütterungsversuchen mit Hunden, die sie vorher mit geringeren Fleischgaben in Stickstoffgleichgewicht gebracht hatten, daß dieselben nach erheblichen weiteren Zulagen von

„fettfreiem“ Fleisch an einzelnen Tagen 42,1 bis 42,7 g Kohlenstoff im Körper ansetzten, während entweder nur ein minimaler Stickstoffansatz oder sogar ein kleiner Stickstoffverlust stattfand. Dieser Kohlenstoff, der im wesentlichen nur als Fett angesetzt sein konnte, mußte dem verfütterten Fleisch entstammen.

Endlich wurden eine Reihe von Versuchen mit landwirtschaftlichen Nutztieren, bei denen jedoch der Stoffwechsel nicht in seiner Gesamtheit experimentell festgestellt worden war, zur Begründung der Lehre von der Fettbildung aus Eiweiß herbeigezogen.

Die dabei angewendete Methode des Schließen war zum Teil eine solche per exclusionem. Man berechnete unter der Annahme, daß nach der Henneberg'schen Formel das verdaute Eiweiß etwa 51 % seines Gewichtes Fett bilden könnte, ob hiernach die Summe der verdauten stickstoffhaltigen und fettartigen Nährstoffe die beobachtete oder zu erschließende Fettproduktion zu decken vermöchte. War dies der Fall und zeigte sich somit die Fettproduktion im Körper der Tiere stets parallel der Eiweiß- und Fettfütterung, so war damit jedenfalls auch die Entstehung des Fettes aus diesen beiden Nährstoffgruppen wahrscheinlich gemacht.

So haben wir bezüglich der Produktion von Milchfett bei Kühen drei hierher gehörende Versuche, welche in München (C. Voit), Möckern (G. Kühn) und in Hohenheim zur Ausführung gelangten; in dem ersten wurde eine reichliche, in den beiden anderen dagegen eine mehr spärliche und stickstoffarme Fütterungsweise eingehalten. Es betrug pro Tag in Gramm die Menge

resorbiertes Futterfett . .	= 276,0 —	183,5 —	168,5
Fett aus Eiweiß	= 308,5 —	74,5 —	164,3
Im ganzen aus dem Futter verfügbar	= 584,5 —	258,0 —	332,8
In der Milch Fett produziert	= 337,0 —	284,8 —	296,9.

In dem ersten und dritten Versuche entsprach also das aus den angegebenen Quellen verfügbare Fett reichlich der beobachteten Milchfettproduktion, in Möckern dagegen fand man einen Überschuß an Milchfett; aber selbst wenn dieser Überschuß noch beträchtlich größer gewesen wäre, so hätte man doch nichts Bestimmtes bezüglich der Neubildung von Fett daraus entnehmen können. Freilich war in Möckern, wie in Hohenheim, bei den betreffenden Tieren zwischen Einnahme und Ausgabe Stickstoffgleichgewicht vorhanden; ob aber die Kühe auch im Kohlenstoffgleichgewicht sich befanden oder ob vielleicht das Körperfett, wie es so häufig selbst bei guter Ernährung der Milchkühe der Fall ist, an der Milchproduktion sich beteiligt

hatte, dies ließ sich ohne Beihilfe des Respirationsapparates nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Jedenfalls erscheint es bemerkenswert, daß man obigen Versuchen zufolge selbst bei dürftiger Fütterung sonst guter Milchkühe, außer dem Futterfett und dem Futtereiweiß für die Erklärung des produzierten Milchfettes keine irgenwie wesentliche Mengen von anderen Futterbestandteilen in Anspruch zu nehmen brauchte.

Auch eine Reihe von Mästungsversuchen konnten verwertet werden. Man hat solche auf verschiedenen landwirtschaftlichen Versuchsstationen besonders mit Schafen, meistens ziemlich ausgewachsenen Hammeln, ausgeführt. Hierbei wurde das verabreichte Futter nach übereinstimmenden Methoden der chemischen Analyse unterworfen und die wirkliche Gewichtszunahme der Tiere so genau wie möglich festgestellt; auch war die Dauer der Mästungszeit stets eine genügend lange, sie umfaßte durchgängig den Zeitraum von 2 ½ bis reichlich 3 Monaten. Am Schluß des Versuches wurden fast immer die Schlachtresultate der Tiere ermittelt. Aus diesen Versuchen ergaben sich die folgenden Durchschnittszahlen, wobei freilich zu beachten ist, daß die Menge der verdauten Futterbestandteile, mit wenigen Ausnahmen, nicht direkt gefunden, sondern unter Zugrundelegung der gewöhnlichen Annahmen berechnet worden ist.

Zahl der Versuche	Vom Futter verdaut pro Tag und Kopf		Verhältnis der Nährstoffe	Gewichtszunahme pro Tag und Kopf	In Proz. des Lebendgewichts	
	Eiweiß	Stickstofffreie Nährstoffe			Schlachtgewicht	Talg von Nieren u. Netz
	g	g		g	%	%
7	110	824	1:7,49	55,5	48,0	7,2
13	134	779	1:5,81	79,0	51,9	9,9
20	164	794	1:4,70	94,5	53,5	10,9
19	192	769	1:4,01	103,0	54,9	11,2

Diese Zahlen sprechen sehr entschieden für die günstige Wirkung des Futtereiweißes auf die Fettproduktion; mit der Steigerung der Eiweißzufuhr geht regelmäßig eine größere Gewichtszunahme der Tiere parallel, während die Menge der stickstofffreien Nährstoffe in allen Versuchsgruppen ziemlich die gleiche war und also keinen wesentlich verschiedenen Einfluß auf die Größe der Gewichtszunahme äußern konnte. Die letztere ist ferner von der Art, daß sie bei oben angegebener Methode der Berechnung vollkommen und ausschließlich aus der Menge des Futtereiweißes sich erklärt; es ist sogar noch ein Überschuß von Eiweiß vorhanden, wenn man bedenkt, daß den Tieren im Futter auch fertig gebildetes Fett dargeboten wurde, in den einzelnen Versuchen von 15 bis zu 60 g pro Tag und Kopf.

Ähnliches beobachtete man bei Mastochsen; allgemeine Erfahrungen, sowie die Resultate von einigen direkten Versuchen deuteten darauf hin, daß auch bei diesen Tieren innerhalb gewisser Grenzen ein ziemlich stickstoffreiches Futter die günstigste Wirkung ausübt, und daß das aus dem Futter verdaute Eiweiß und Fett genügend Material liefert für die Ablagerung von Körperfett. Gegen alle diese „Beweise“ der Fettbildung aus Eiweiß hat neuerdings Pflüger die erheblichsten Bedenken erhoben und es kann nicht in Abrede gestellt werden, daß es ihm gelang, sie wesentlich zu erschüttern. Zunächst können die „Wahrscheinlichkeitsgründe“, welche aus den letzterwähnten mehr „praktischen“ Fütterungsversuchen abgeleitet wurden, im Ernst nicht in Betracht kommen. Überdem ist die Verwendung der Henneberg'schen Formel, die von diesem Forscher niemals mit der Behauptung aufgestellt wurde, daß sie den thatsächlich im Körper vorkommenden Umsetzungsprozessen entspräche, zu beanstanden. Es enthalten 51,4 Teile Fett und 33,5 Teile Harnstoff etwa dieselbe chemische Spannkraft als 100 Teile Eiweiß, so daß eine solche Umsetzung ohne jeden Wärme-Verlust stattfinden müßte — ein noch nie beobachteter Vorgang. Rubner nahm die maximal mögliche Fettbildung aus Eiweiß erheblich geringer an (42,45 % resp. 46,9 %).

Bezüglich der Bildung von Fettkörpern aus Eiweißen durch chemische Operation wendete Pflüger ein, daß sie nichts für die Vorgänge im Tierkörper beweisen könne. In der Retorte sind viele Umsetzungen möglich, die im Organismus nie stattfinden. Auch die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen bei der Fäulnis beweist nichts für den Stoffwechsel der Tiere. Die „Fettbildung“ in den Maden der Schmeißfliege kann sehr wohl nur eine „Fettablagerung“ der durch die Fäulnis vorher aus dem Blut entstandenen Fettkörper sein. Die sog. Fettbildung, wie sie bisher nach Phosphorvergiftung konstatiert wurde, kann einmal in einzelnen Organen erklärt werden durch eine Fettwanderung im Körper, besonders aus dem Centralnervensystem, resp. soweit eine wirkliche (meist nicht große) Fettvermehrung im ganzen Körper gefunden wurde (Forschversuche), ließe sie sich sehr wohl aus einer Umwandlung des Körper-Glycogens ableiten, ohne die Eiweißstoffe mit in Rechnung zu ziehen. Endlich unterwarf Pflüger die Voit'schen Versuche mit Hunden unter Benutzung des Respirationsapparates einer scharfen Kritik, in deren Folge er auch diesen Versuchen die Beweiskraft für die Fettbildung aus Eiweiß abspricht. Er machte besonders geltend, daß Voit von einer falschen Elementarzusammensetzung des verfütterten Fleisches ausgegangen wäre, den Gehalt an Stickstoff zu niedrig, den Gehalt an Kohlenstoff zu hoch angenommen hätte. Das Verhältnis beider

Elemente nehme Voit = 1 : 3,68 an, es wäre aber nach Pflüger 1 : 3,22 (nach Abzug des Glycogens) nach Rubner (ohne Abzug des Glycogens) = 1 : 3,28. Werden die Versuche mit letzteren Koeffizienten umgerechnet, so erweist sich die Annahme einer Fettbildung aus Eiweiß nicht als zwingend. Freilich ist hier zu bedenken, daß die von Pflüger für die Zusammensetzung des Fleisches angenommenen Zahlen sich nur auf eine Analyse stützen und daher ihre allgemeingiltige Richtigkeit erst zu erweisen wäre. Beachtet man nicht die bei den Stoffumsetzungen in Betracht kommenden chemischen Spannkräfte, verlangt man einen Beweis lediglich gestützt auf die Verteilung der Elemente, so dürfte in diesem Sinne die Fettbildung aus Eiweiß erst als unzweifelhaft feststehend zu betrachten sein, wenn die sicher ermittelte Quantität derselben einen höheren Kohlenstoffgehalt besitzt, als alle Fette und Kohlehydrate der Nahrung und alle anderen kohlenstoffhaltigen Körperbestandteile, nicht eiweißartiger Natur, die überhaupt in Rechnung gezogen werden können. Diese Anforderung ist allerdings eine sehr weitgehende; Pflüger glaubt jedoch noch kürzlich bei einer Kritik der Versuche mit Phosphorvergiftung von O. Polimanti dabei stehen bleiben zu sollen.

In diesem Sinne wäre die Fettbildung aus Eiweiß daher noch eine offene Frage.

Bezüglich der Fettbildung aus Kohlehydraten ist man dagegen bald zu einem sicheren und abschließenden Beweis gelangt.

Nachdem einige Versuche von Voit mit Hunden zu einem negativen Ergebnis geführt hatten und einige Berechnungen aus Versuchen mit Pflanzenfressern, wieder unter Benutzung der Hennebergschen Formel für die Fettbildung aus Eiweiß, die mit verfütterten Kohlehydraten als für die Fettproduktion nicht notwendig erscheinen ließen, lehrten spätere Versuche, ausgeführt von Kern und Wartenberg, dann von Pfeiffer und F. Lehmann in Göttingen mit Hammeln, das Gegenteil. Noch leichter mußte qualitativ der Nachweis der Fettbildung aus Kohlehydraten bei Tieren gelingen, welche einmal sehr leicht Fett ansetzen und andererseits viel Kohlehydrate zu verdauen vermögen, wie z. B. die Schweine. So ging bereits aus in Rothamsted von Lawes erhaltenen Mastresultaten hervor, daß unter Annahme der dort gefundenen Zusammensetzung der Lebendgewichtszunahme bei Schweinen, das darin enthaltene Fett nicht allein von den während der Mast verabreichten Fett- und Eiweißmengen gebildet sein konnte. Ein Gleiches ergab ein Versuch in Hohenheim.

Bemerkenswert sind dann die Versuche mit Schweinen in München von Soxhlet, in Moskau von Tschirwinsky und in Wien von Meißl und Strohmer.

An den beiden ersteren Orten wurde in der Weise experimentiert, daß bei Beginn des Versuchs den verwendeten Tiere genau entsprechende geschlachtet und analysiert wurden. Nach Ende des Versuchs fand eine gleiche Analyse der gefütterten Tiere statt. Hieraus ließ sich die Fettproduktion durch die Nährstoffe der gleichfalls analysierten Fütterung ermitteln. Unter Veranschlagung wieder von 51,4 % Fettbildung aus Eiweiß mußten 77—81 % des produzierten Fettes den Kohlehydraten entstammen.

Von besonderem Interesse ist der in Wien, auf der Versuchsstation der dortigen Tierarzneischule, unter Beihilfe des Respirations-Apparates mit einem 14 Monate alten und 140 kg schweren Schwein ausgeführte Versuch. Gefüttert wurden täglich 2 kg weichgekochter Reis, und es konnte aus einer genauen Vergleichung der sämtlichen Ausgaben (Kot, Harn und Respirationsprodukte) mit den Einnahmen berechnet werden, daß dabei im Verlaufe von 7 Tagen

der Körperansatz pro Tag betrug: 38 g Eiweiß 351,8 g Fett.

Für Fettbildung verfügbar waren
65,4 g Futtereiweiß . . . . . . = 33,6 g Fett
7,9 „ „ . . . . . . = 7,9 „ „
Summa = 41,5 g Fett

Daher aus Kohlehydraten erzeugt . . . . = 310,3 g %,
letztere Zahl beträgt 88,2 % der ganzen Fettbildung.

Rechnete man den ganzen Kohlenstoff des Futtereiweißes als zur Fettbildung verfügbar, so würden daraus auch nur 45,3 g Fett entstehen können und 84,8 % hätten die Kohlehydrate liefern müssen.

Auch bei Gänsen ermittelten Weiske und B. Schulze in Proskau und Chaniewski in Peterhof bei Riga eine unzweifelhafte Fettbildung aus Kohlehydraten. Letztere berechneten sie bei einem Versuch im Minimum auf 78,6 %, bei einem anderen auf 86,7 % der gesamten Fettbildung.

Interessant ist, daß es dann auch Rubner und J. Munk später gelang beim Fleischfresser eine Neubildung von Fett aus Kohlehydraten nachzuweisen.

Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Frage sind endlich langjährige und sorgfältige Versuche, welche von G. Kühn in Möckern ausgeführt wurden. Unter Mithilfe des Respirationsapparates konnte genau die ganze Kohlenstoffbilanz bei Ochsen festgestellt und hieraus nicht nur sichere, sondern auch etwas tiefer eindringende Schlüsse über die Fettbildung gezogen werden.

In dem darüber von O. Kellner erstatteten Bericht stellte sich Referent auf den thatsächlich unmöglichen, für die Beweise ungünstig-

sten Standpunkt, nicht nur alles verdaute Nahrungsfett für den Kohlenstoffansatz, sondern auch den ganzen Kohlenstoff des verdauten aber nicht als solches angesetzten Eiweißes verfügbar anzunehmen. Trotzdem hiermit der Umfang der Fettbildung aus Eiweiß „vielleicht um 100 % zu hoch angenommen“ wurde, gelang es eine solche aus Kohlehydraten nachzuweisen. Allerdings war die Fütterung in diesen Versuchen eine sehr stickstoffarme, die Rationen bestanden nur aus Wiesenheu oder Kleeheu plus Haferstroh, denen noch Stärke in Mengen von 2—3,5 kg zugesetzt wurde. Beinahe in jedem Einzelversuch fand Fettbildung aus den Kohlehydraten statt und (nach obiger Berechnungsart) bis 561 g pro Tag, also in sehr erheblicher Menge.

Stellt man die Versuche mit Stärkezulage denen mit reiner Heufütterung gegenüber, bei welcher letzteren sich die Ochsen im Stoffgleichgewicht (Beharrungszustand) befanden, betrachtet man die dabei angesetzten resp. verdauten Eiweißmengen als ihrem gleichen Gewicht Stärke „isodynam“, d. h. dem Körper gleiche Mengen Energie zuführend, und rechnet sie daher (in Gewinn wie Verlust) einfach zusammen, so ergab sich als mittleres Resultat aller Versuche, daß 21,66 kg Stärke über das bloße Erhaltungsfutter gereicht 4,295 kg Fett im Körper erzeugten, oder 1 kg Stärke durchschnittlich 0,2 kg Fett bildete. Letzteres ist eine Menge, welche etwa 34 % des in dem mehr zugeführten Kohlehydrat vorhandenen Kohlenstoffs gleichkommt.

Die Frage, aus welchem Nährstoffmaterial der Tierkörper Fett bildet, ist in den Fachkreisen der Physiologen bisher mit einem Eifer erörtert worden, welche die vorstehende für den Umfang dieser Schrift etwas ausführliche Erörterung notwendig machte. Mancherlei Beobachtungen der letzten Zeit lassen es jedoch zweifelhaft erscheinen, ob dieser Frage wirklich eine so hohe Bedeutung zukommt. Es ist zur Geuüge erwiesen, daß der tierische Organismus die Nährstoffe nicht einfach als Bausteine verwendet, die bildlich gesprochen, nach passender Formung dem Körper bei der Produktion eingefügt werden, sondern daß neben vielen Zersetzungsprozessen auch in ungemein großer Zahl sog. synthetische Prozesse einhergehen, bei welchem aus einfacheren Atomgruppen kompliziertere Verbindungen gebildet werden. Solche Synthesen erscheinen auch unvermeidlich bei der Fettbildung aus Kohlehydraten. In den letzteren sind keine so vielgliederigen Kohlenstoffketten gefunden worden wie in dem größten Teil der tierischen Fettstoffe enthalten sind; es muß also eine „Synthese“ stattfinden unter gleichzeitiger Reduktion vieler Gruppen von CHOH in CH_2-Gruppen. Im wesentlichen nur dasselbe brauchte mit eini-

gen Zerfallprodukten der Eiweißstoffe geschehen, in denen auch, wie Drechsel sehr wahrscheinlich machte, ursprünglich keine Radikale mit mehr als sechs oder neun Kohlenstoffatomen vorkommen, — eben eine Synthese aus primär entstandenen kohlenstoffärmeren Spaltungsprodukten. Bedenkt man ferner, daß eine Bildung von Glycogen, also eines Kohlehydrates, aus reinem Futtereiweiß im Tierkörper bereits von v. Mering sicher nachgewiesen und von niemandem bestritten wird, eine Bildung von Fett aus dem Glycogen des Körpers ebenfalls für zweifellos erachtet wird, in sehr vielen Eiweißen eine Kohlehydratgruppe nachgewiesen wurde, so daß sie Pavy direkt als Glykoside ansieht, dann gewinnt doch wohl die Anschauung Berechtigung, daß eben die ganze Fettbildung im Tierkörper als ein unter Reduktionsvorgängen stattfindender synthetischer Prozeß aus einfacheren Spaltungsprodukten der resorbierten Nährstoffe anzusehen ist, gleichgiltig, woher deren Kohlenstoff ursprünglich herstammt. Bei dem geringeren Eiweißbedürfnis der Tiere und einer Reihe besonderer Umstände erreichen diese Synthesen nun sehr schwierig den Umfang, daß gleichsam elementar analytisch der Übergang des Eiweißkohlenstoffs in Fettkohlenstoff zu erweisen ist. Es ist eben nicht alles mit derselben Elle meßbar.

Von besonderem praktischen Wert sind diejenigen Momente, welche die Fettbildung oder die Fettzerstörung im Körper beeinflussen und in ihrer quantitativen Wirksamkeit durch Fütterung und Haltung verändert werden können; ebenso ist es bedeutsam einiges von der Körperbeschaffenheit zu wissen, welche in der Regel mit höherem oder niedrigerem Kohlenstoffumsatz verbunden ist.

1. Was die Fütterung betrifft, so wird der Fettansatz am intensivsten durch das Fett der Nahrung gefördert, wenn dabei ungünstige Nebenwirkungen vermieden werden können. Voit gelang es bei Hunden den ganzen Kohlenstoffverlust des Hungertiers aufzuheben, wenn er die gleiche Kohlenstoffmenge in Form von Fett als Nahrung reichte. Bei den Pflanzenfressern verbietet es die Empfindlichkeit ihres Verdauungapparates durch Fettfütterung in dieser Weise erhebliche Wirkungen erstreben zu wollen.

2. Die Eiweißstoffe des Futters, soweit sie resorbiert worden sind, können als der Fettbildung nicht immer günstig angesehen werden. Wie besonders Pflüger ausgeführt hat, wirken sie als ein die Lebensenergie aller Zellen steigerndes Element, der Stoffzerfall wird erhöht und damit der Ansatz herabgedrückt. Rubner u. a. zeigten, daß Aufnahme von Eiweiß sofort mit erhöhter Wärmeproduktion und höherer Kohlensäureabgabe verbunden ist. Hungern nach reichlicher Eiweißfütterung (sog. Zirkulationseiweißbildung) läßt den Körper

mehr an Fett verarmen, als wenn vorher stickstoffarme Nahrung verabreicht wurde. Die sog. Banting-Kur beim Menschen erstrebt eben durch einseitig reichliche Eiweißkost Abmagerung.

Trotzdem haben die Proteïnstoffe eine hohe Bedeutung für die Mästung; der Grund liegt jedoch mehr in Erhöhung der Gedeihlichkeit reicher Rationen und Beförderung ihre Ausnutzung in der Verdauung.

Den Kohlehydraten kommt besonders bei der Fütterung der Pflanzenfresser die höchste Bedeutung für die Fettbildung zu. Ihr reichliches Vorhandensein in den verfügbaren Futterstoffen, die Fähigkeit der Organismen, große Mengen davon im Stoffwechsel zu verwerten verleihen ihnen allein schon eine überragende Wichtigkeit. Erhöht wird letztere aber noch dadurch, daß sie bei ihrer leichten Oxydierbarkeit in den Geweben vorzüglich den Fettbestand des Körpers zu schützen vermögen und vor allem jene eben berührte Wirkung der Eiweißstoffe, den Umsatz zu erhöhen auf das erheblichste beschränken. Wenn oben berichtet wurde, daß in Möckern sozusagen ein Fettbildungs-Äquivalent der Kohlehydrate von 20 % nachgewiesen werden konnte, so giebt dasselbe wohl einen Minimal-Wert an, der sich eben herausstellte, wenn die Stärke einem sehr stickstoffarmen Futter zugelegt wurde. Ist dagegen die Fütterung proteïnreich, so daß sich bezüglich des Gesamteffekts der Ernährung die günstige Wirkung der Stärke auf den Stickstoffumsatz hinzuaddiert, so erreicht das Fettbildungs-Äquivalent eine viel höhere Zahl, die sogar ihr Wärme-Äquivalent (ca. 41 %) überschreiten kann. Voit fand bei seinen Respirationsversuchen mit Hunden, daß bezüglich der Fettbildung nicht 244, sondern bereits 175 Teile Stärke die gleiche Wirksamkeit wie 100 Teile Fett des Futters hatten, wobei nur im Auge zu behalten ist, daß bei Produktionsfutter in der Regel nicht durch 100 Teile Futterfett auch 100 Teile Körperfett gebildet werden.

4. Ebenso wie durch übermäßige Wasseraufnahme der Eiweißzerfall gesteigert wird (vergl. S. 29), wird die Kohlensäureausscheidung eine größere, also überhaupt die Zerstörung organischer Substanz im Körper vermehrt. Man hat daher namentlich bei der Mästung ein zu wässeriges Futter und zu starkes Saufen der Tiere zu vermeiden.

5. Ähnlich ungünstig wirkt ferner eine zu niedrige und eine zu hohe Stalltemperatur — die erstere, weil dadurch eine vermehrte Oxydation, also Erzeugung von Körperwärme notwendig wird, die letztere wegen der dabei gewöhnlich gesteigerten Wasseraufnahme und Wasserverdunstung und weil die Tiere alsdann leicht

in ihrer Ruhe und in ihrem Appetit Störungen erleiden. Eine mittlere Stalltemperatur von 10 bis 15° R. ist für den Erfolg der Produktionsfütterung überall am günstigsten.

6. Ferner äußert die Körpergröße einen bestimmenden Einfluß auf den Stoffwechsel; kleinere Tiere bedürfen im allgemeinen relativ mehr Nahrung als größere, weil sie im Verhältnis zum Gewicht eine größere Oberfläche besitzen und daher mehr Wärme ausstrahlen. Bei einer und derselben Tierart entspricht die Wärmeabgabe annähernd der Körperoberfläche, gleiche Fütterung und Haltung vorausgesetzt und diese Wärmeverluste werden im wesentlichen durch entsprechende Oxydation stickstofffreien Materials gedeckt; sie erschweren ceteris paribus die Fettbildung. Nach den Versuchen Richet's, Rubner's u. A. hat man hiernach die Wärmeabgabe auf die Einheit der Körperoberfläche bezogen und bei gleichartigen Tieren per Quadratcentimeter eine große Übereinstimmung gefunden und daher ebenso bezüglich des Sauerstoffverbrauchs und — wieder bei gleicher Ernährung — der Kohlensäureproduktion. Vergleicht man verschiedene Tierarten miteinander, so findet man allerdings Wärmeabgabe und Sauerstoffverbrauch per Quadratcentimeter Körperoberfläche zum Teil recht erheblich verschieden. Es macht sich dabei die verschiedene Bekleidung des Körpers, das Vorhandensein eines Fettpolsters unter der Haut und manches andere geltend.

7. Jede mechanische Anstrengung, die vermehrte Muskelarbeit steigert den Fettverbrauch sehr beträchtlich, wie wir in dem nächsten Kapitel dieser Ausarbeitung sehen werden; es sind daher zu starke Bewegungen der Mast- und Milchtiere sorgfältig zu vermeiden.

8. Endlich sei noch eines Faktors gedacht, der freilich auch den Stickstoffumsatz beeinflußt, der Aderlaß. Durch Blutentziehung wird der Eiweißumsatz zunächst gesteigert, aber zugleich die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung, also auch die Fettzersetzung vermindert, und damit das aus der Nahrung aufgenommene oder im Körper neu gebildete Fett um so leichter aufgespeichert.

Eine stichhaltige und sichere physiologische Erklärung für diese Wirkung ist zur Zeit noch nicht zu geben. Wohl aber hat man nicht ohne Grund darauf hingewiesen, daß alle Tiere, die sich durch leichtere Mastfähigkeit auszeichnen, relativ weniger Blut besitzen als andere z. B. Schweine, gegen Pferde oder Fleischfresser. Manchmal hat es sich auch vorteilhaft erwiesen, Tieren am Anfang der Mast zur Ader zu lassen, um den Beginn eines Fettansatzes zu erleichtern.

Fassen wir das vorstehend Gesagte zusammen, so erkennen wir, daß bezüglich der eigentlichen Ernährung des Tierkörpers d. h. der

Fleisch- und Fettproduktion jeder der beiden großen Nährstoffgruppen, der stickstoffhaltigen und der stickstofffreien Nährstoffe, besondere und wichtige Funktionen zufallen. Geht man von einem nicht zu schwierig zu ermittelnden Quantum von Eiweiß und stickstofffreien Stoffen aus, welches den Körper gerade vor jedem Fleisch- und Fettverlust schützt, aber auch nichts von diesen Stoffen produzieren läßt — der sog. „Behaarungsration“, bei der also vollkommenes Stickstoff- und Kohlenstoffgleichgewicht herrscht —, so wird eine vorteilhafte Produktion nur erreicht werden können, wenn man von beiden Nährstoffgruppen dem Futter zulegt. Wollte man keine Proteïnstoffe zugeben, so wäre das Material knapp, aus dem sich allein Fleisch bilden kann, der Stoffwechsel wäre, bildlich gesprochen, geschwächt, die Ausnutzung im Verdauungskanal, besonders von einer an Rauhfutter reichen Ration behindert. Proteïnknappe Rationen haben überdem auch gesundheitlich leicht schädliche Wirkungen, außer Verschlechterung der Futterausnutzung, schlechtere Verwertung der resorbierten Nährstoffe, Mattigkeit 2c., wie — allerdings in extremen Fällen — J. Munck und Rosenheim nachwiesen. Bei einer einseitigen Proteïnzulage dagegen würde eine starke Verschwendung dieser teuersten Nährstoffe eintreten. Der Körper würde sich relativ bald dem Stickstoffgleichgewicht nähern, der Fettansatz behindert werden und leicht könnten in extremen Fällen ebenfalls erhebliche Störungen der Gesundheit die Folge sein.

Hieraus folgt, daß für jede Produktionsfütterung sog. „mittlere Nährstoffverhältnisse“ die geeignetsten sein müssen, daß es ein großer Fehler ist, wenn den Verhältnissen zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen in einer Ration nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird. Ist man manchmal auch in der Betonung des Nährstoffverhältnisses zu weit gegangen, hat man zu bestimmte Zahlen dafür als allein richtig anerkennen wollen, so darf die Erkenntnis dieses Fehlers nicht die Veranlassung sein, in den entgegengesetzten zu verfallen. Näheres hierüber wird noch später mitzuteilen sein.

Der Kraftwechsel.

Wie eingangs erwähnt, ist die Tierwelt im Gegensatz zu den chlorophyllhaltigen Pflanzen darauf angewiesen, die für die Lebensfunktionen erforderlichen Kraftmengen aus den kohlenstoffhaltigen Nährstoffen zu entnehmen. Deren freie Affinitäten zum Sauerstoff, die durch die „Verbrennungsprozesse“ im Körper wieder gesättigt werden können, wurden die in den Nährstoffen aufgehäufte „chemische

Spannkraft" genannt. Nach dem Gesetz der „Erhaltung der Kraft", nach welchem weder Kraft neu, d. h. aus nichts, entstehen noch vorhandene Kraft verschwinden, sondern nur ihre Form wechseln kann, muß bei einem in seinem Körperbestande gleich bleibenden Tiere auch ein absolutes Gleichgewicht zwischen den in der Nahrung zugeführten Kraftmengen einerseits und den Kraftsummen andererseits bestehen, welche in irgend welcher Form vom Körper abgegeben werden (wenn einstweilen von künstlicher Erwärmung oder Abkühlung des Tieres abgesehen wird).

Die Formen, in welchen den Körper die zugeführten „Energiemengen" wieder verlassen, sind im wesentlichen die folgenden:

1. An die Umgebung abgegebene Wärme, 2. Mechanische Arbeit, 3. Nicht- oder unvollständig oxydierte Stoffe mit noch mehr oder weniger erhaltener chemischer Spannkraft. 4. Umwandlung aufgenommener Stoffe in einen Aggregatzustand mit vermehrter sog. latenter Wärme z. B. Überführung von Wasser in Dampf, Lösung fester Stoffe in Wasser 2c.

Dieses Gleichgewicht der Energie-Zufuhr und -Abgabe muß natürlich gestört werden, wenn der Tierkörper Stoffe ansetzt oder von seinem Bestande verliert und zwar muß diese Störung wieder genau gleich sein dem Energiewert der angesetzten oder abgegebenen Körpersubstanz.

Von vornherein ist es klar, daß die Beurteilung der zweckmäßigsten Ernährung der Tiere, das ganze Verständnis der Lebensprozesse die erheblichste Förderung erfahren muß, wenn es gelingt, in Maß und Zahl Zufuhr wie Abgabe von Kraft im Tierkörper zu bestimmen. Ein neues Mittel wird dadurch an die Hand gegeben, die auf anderen Wegen gefundenen Lehren zu kontrollieren, neue Gesichtspunkte eröffnen sich für das Studium der tierischen Leistungen, der Stoffmannigfaltigkeit des Organismus wie der Nahrung stellt sich bei dem relativ genau bekannten Verhältnis der meisten Kraftformen zu einander, die einheitliche Betrachtung der Energiewerte zur Seite.

Freilich ist diese Bestimmung des Energiewechsels keine einfache Aufgabe, bei der nur die Alternative „Gelingen oder Nichtgelingen" vorläge. Die einzelnen Teile derselben bieten vielmehr so verschiedene Schwierigkeiten, die Verhältnisse bei der Ernährung der verschiedenen Tiere zeigen einen solchen Wechsel, daß das ganze Problem des Energiehaushaltes mehr einem weiten unbekannten Lande zu vergleichen ist, dessen Erforschung nur mit vieler Mühe und allmählich gelingen kann. Bald hier bald dort wird eine wertvolle Beobachtung gemacht, ein weiterer Ausblick gewonnen, viel später aber erst das übersehene Gebiet im einzelnen genauer festge-

legt u. s. w. Mit voller Bestimmtheit ist jedoch auszusprechen, daß das bis jetzt vom Energiewechsel Ermittelte bereits eine so hohe Bedeutung besitzt, daß man gerade darin den wichtigsten Fortschritt der Ernährungslehre in der Neuzeit erblicken muß und eine Ignorierung oder auch nur eine beiläufige Berücksichtigung desselben eine unentschuldbare Rückständigkeit bedeutete.

Ehe man daran denken konnte, über Aufnahme und Abgabe von Energie des tierischen Organismus Untersuchungen anzustellen, mußte es selbstverständlich möglich sein, die Kraftmenge zu bestimmen, welche bei der Oxydation der einfacheren chemischen Verbindungen, kurz der Nährstoffe und ausgeschiedenen tierischen Stoffe frei werden. Dies ist erst spät gelungen. Ein Maß für die Kraft hat die Physik seit langem festgestellt; es besteht in der sog. „Calorie“, d. i. die Menge Wärme, welche ein Kilo (große Calorie = „Cal.“) oder ein Gramm (kleine Calorie = „cal.“) um einen Grad Celsius zu erhöhen vermag. Die nächste Aufgabe war daher, die Anzahl Calorien zu bestimmen, welche bei der Verbrennung der hier in Betracht kommenden Stoffe frei werden. In der Neuzeit werden diese Bestimmungen nach einem Verfahren ausgeführt, dessen wesentliche Durcharbeitung das große Verdienst Berthelots ist.

Die gewogene Substanz wird in einem festen Metallgefäß — der sog. calorimetrischen Bombe — mit hochkomprimiertem Sauerstoff (15 bis 25 Atmosphären) nach elektrischer Zündung verbrannt. Die Verbrennung ist unter diesen Bedingungen eine vollständige, d. h. es entstehen aus der organischen Substanz nur Kohlensäure, Wasser und freier Stickstoff. Die dabei entwickelte Wärme wird von der Bombe selbst und ein genau gemessenes, dieselbe umgebendes Wasserquantum aufgenommen; aus der Temperaturerhöhung des Wassers können nach hier nicht näher zu beschreibendem Verfahren die entwickelten Calorien genau berechnet werden.

In folgender Zusammenstellung seien einige Zahlen bezüglich der wichtigsten Nährstoffe oder deren Derivate nach Stohmann angegeben.

Je 1 g lieferten, auf aschefreie Substanz umgerechnet, an cal. (kleine Calorien).

a) Eiweiß.		
Pflanzenfibrin . .	5942	cal.
Serumalbumin . .	5918	„
Milchkaseïn . . .	5867—5850	„
Eidotter	5840	„
Legumin	5793	„
Eieralbumin . . .	5735	„
Fleischfaser . . .	5721	„
Fettfreies Fleisch .	5662—5641	cal.
Blutfibrin	5637	„
Conglutin	5479	„
Pepton.	5299	„
b) Albuminoïde und Derivate der Eiweißkörper.		
Elastin	5961	cal.

Hautfibroïn . . .	5355	cal.
Chondrin	5131	„
Osseïn	5040	„
Asparagin. . . .	3511	„
Asparaginsäure . .	2896	„
Leucin	6533	„
Hippursäure . . .	5678	„
Harnsäure	2741	„
Harnstoff	2537	„

c) Fette.

Tierische Fette (mittel)	9500	cal.
Butterfett	9231	„
Leinöl	9488—9439	„
Olivenöl	9467—9608	„
Rüböl	9627—9759	„
Mohnöl	9597—9562	„

d) Kohlehydrate.

Polysacharide.		
Cellulose	4185	cal.
Glykogen	4191	„
Stärke	4183	„
Disacharide.		
Rohrzucker . . .	3955	cal.
Milchzucker . . .	3952	„
Maltose	3949	„
Monosacharide.		
Glukose	3743	cal.
Fruchtzucker . . .	3755	„

e) Säuren.

Essigsäure	3505	cal.
Weinsäure. . . .	1700	„
Buttersäure . . .	5647	„
(Glycerin	4312	„).

Vorstehende Wärmesummen würden nach Resorption genannter Stoffe zur Deckung der im Leben des Tierkörpers erforderlichen Kraftmengen zur Verfügung stehen, und dann schließlich direkt oder indirekt (durch mechanische Arbeit) als Wärme abgegeben werden, wenn eben die Nährstoffe so vollständig im Körper wie in der Bombe verbrannt würden. Wie oben bereits angedeutet ist dies aber nicht der Fall. Besonders die Eiweißstoffe und überhaupt die stickstoffhaltigen Verbindungen verbrennen nicht bis zur Abspaltung freien Stickstoffs, sondern letzteres Element wird zumeist als Harnstoff mit beträchtlichem Wärmewert ausgeschieden, dann aber noch in mancherlei anderen Verbindungen wie Harnsäure, Hippursäure, Kreatin u. a.

Hieraus erhellt, daß nicht der ganze Energiestrom, welcher aus der Nahrung resorbiert wird, auch im Lebensprozeß resp. durch Erzeugung tierischer Produkte Verwertung finden kann, ein Teil dieses Stromes geht ungenützt durch den Organismus hindurch. Um somit über die Kraftmenge Aufschluß zu erhalten, welche wirklich im Organismus frei gemacht wird, ist kein anderes Mittel möglich als eben der Versuch mit dem Tier selbst.

Das Vorgehen besteht darin, daß man eigene Wärme und die Verbrennungswärme der gesamten Nahrung, sowie aller den Körper wieder verlassenden Stoffe in Kot, Harn und Respirationsprodukten bestimmt. Zugleich werden aus der Futter- und Kotzusammensetzung die verdauten Stoffe ermittelt und nun durch leichte Rechnung die Energieverwertung der resorbierten Nährstoffe gefunden.

Von besonderer Bedeutung ist, daß es der experimentellen Technik gelang, durch direkte Messung der von den Tieren ab-

gegebenen Wärme die Richtigkeit derartiger Berechnungen zu erweisen. Es wurden sog. Tiercalorimeter konstruiert, Kästen, in welchen sich das Versuchsindividuum befindet, und welche mit einer gut isolierten Wasser- oder Luftschicht umgeben sind, in die die entwickelte Wärme durch Leitung und Strahlung abgegeben wird. Diese Kästen sind als Respirationsapparate eingerichtet, so daß gleichzeitig der Gaswechsel untersucht werden kann. Hiermit gelang es zuerst Rubner zu zeigen, daß die an einem Tier in verschiedenen, über 45 Tage sich erstreckenden Versuchsreihen produzierte Wärme auf nur 0,47 % der aus den zersetzten Körper- und Nahrungsstoffen berechneten physiologischen Verbrennungswärme vollkommen entsprach.

Hiernach berechnete z. B. Rubner, daß folgende Differenzen zwischen dem in der Bombe und durch den Tierversuch ermittelten Wärmewerten eintraten:

Es entwickelten die Wärmemengen wie 100 g Fett

	Nach Tierversuchen	Nach der Verbrennung	Differenz
Syntonin	225	213	+ 5,6 %
Muskelfleisch (trocken)	243	235	+ 4,3 %
Stärke	232	229	+ 1,3 %
Rohrzucker . . .	234	235	—
Traubenzucker . . .	256	255	—

Man erkennt hieraus, daß wesentlich die Eiweißstoffe, wie vorauszusehen war, einen wesentlichen Teil ihrer chemischen Spannkraft unausgelöst durch den Körper passieren lassen. Nur sehr wenig geht von der Kraft der Stärke verloren und so gut wie nichts bei dem Zucker.

Will man die Resultate dieser und ähnlicher Versuche für die praktische Ernährungslehre verwerten, so entsteht zunächst die Schwierigkeit, sie auf die Mannigfaltigkeit der in der Nahrung vorkommenden Stoffe zu beziehen. Aus obiger Tabelle (S. 49 u. 50) geht hervor, daß selbst die reinen Eiweißstoffe erheblich verschiedenen Energiewert besitzen, noch größere Unterschiede treten ferner bei den anderen stickstoffhaltigen Nährstoffen auf, welche doch auch stets in mehr oder weniger großer Menge in allen Nahrungsmitteln enthalten sind. Ein gleiches ist bei den stickstoffreien nicht fettartigen Verbindungen zu konstatieren.

Allein in der praktischen Ernährungslehre sind wir überhaupt nicht im stande mit einzelnen Nährstoffen zu rechnen, wir müssen letztere bekanntlich in Gruppen zusammenfassen und so bleibt nichts übrig als eben für diese Gruppen sog. Mittelzahlen zu ziehen. Bewußt muß man sich dann eben bleiben, daß man nicht ganz genau, sondern nur mit Annäherungswerten rechnet.

So gab Rubner als Normalzahl für die physiologische Verbrennungswärme von 1 g animalischem Eiweiß 4,23 und für vegetabilisches Eiweiß 3,96 große Calorien an. Als Gesamtmittel leitete er hiernach für den Menschen bei gemischter Kost (60 % animalisches, 40 % vegetabilisches Eiweiß) 4,1 Calorien ab. Die Kohlehydrate von Stärkewert liefern für 1 g 4,1 und die Fette im Mittel 9,3 große Calorien.

Die niedrige Zahl für vegetabilisches Eiweiß war durch eine besondere Veranschlagung der Kotbildung (bei Cerealienbrod) gefunden; allgemein werden daher jetzt die letztgenannten Mittelzahlen 4,1, 4,1 und 9,3 für die verdauten Stoffe angenommen. Es wäre nun die Frage, ob, abgesehen von der verschiedenen Zusammensetzung der Nährstoffe derselben Gruppe, vorstehende Zahlen noch Unsicherheiten, zunächst für Mensch und Hund bieten?

Diese Frage ist leider zu bejahen. Die Oxydation der Nährstoffe im Körper ist durchaus nicht allein von ihrer chemischen Natur abhängig. Mannigfache Umstände wirken darauf ein, daß bald mehr bald weniger der Spannkräfte unausgelöst bleiben. Auf alle hier in Betracht kommenden Faktoren einzugehen, würde viel zu weit führen. Ich weise nur auf die so sehr mannigfaltige Zusammensetzung des Harns hin, die bei verschiedener Ernährung und bei verschiedenen Individuen gefunden worden ist. Das Auftreten von Harnsäure, Hippursäure, Kreatin u. a. schwankt ungemein. Die kohlenstoffärmeren flüchtigen Fettsäuren scheinen schwieriger der Verbrennung zu unterliegen und sind daher öfter im Harn nachzuweisen. Ameisen- und Essigsäure sind größtenteils unverändert im Harn nachgewiesen worden (Schotten u. a.). Von einigen sog. Säureamiden konnten Schultzen und Nencki keine Umsetzung im Körper nachweisen. Substanzen der sog. „Fettreihe“ können sich mit anderen im Säftestrom vorkommenden Verbindungen paaren und dann Stoffe bilden, die rasch im Harn austreten. Solche Paarungen sind mit Glycocoll, mit Glucuronsäure nachgewiesen.

Besonders zahlreich sind die sog. „aromatischen“ Verbindungen, die den Benzolkern enthalten, welche sich ganz oder teilweise der Oxydation entziehen, oft unter Vereinigung mit anderen, sonst verbrennlichen Substanzen, letztere vor dem Zerfall schützend. Z. B. verbindet sich, wie bereits Wöhler nachgewiesen, in den Körper eingeführte Benzoesäure mit Glycocoll zu Hippursäure. Diese aromatischen Stoffe, aus der Nahrung resorbiert, werden selbstverständlich in irgend einer Gruppe der „verdauten“ Nährstoffe untergebracht und kürzen entsprechend deren physiologischen Nutzwert.

Erheblich sind auch die Verluste, welche durch Fäulnis und

Gärungsprozesse von dem Energiewert der Nährstoffe herbeigeführt werden; und hier sind es wieder die Eiweißstoffe, die mit ihrer leichten Zersetzlichkeit besonders dazu beitragen. Es bilden sich sog. Ätherschwefelsäuren, auch schwefelfreie aromatische in den Harn übergehende Verbindungen wie Indol, Skatol u. a.; es entstehen wertlose verbrennliche Gase wie Wasserstoff, Methan, Schwefelwasserstoff ꝛc.

Endlich erwähne ich, daß unter physiologischen Verhältnissen auch ein Teil der besten Nährstoffe in den Harn überzutreten vermag. Man spricht z. B. von einer „physiologischen“ d. h. als ganz normal anzusehenden Eiweiß- und Zuckerausscheidung im Harn.

Bedenkt man nun, daß alle letzt angegebenen Energieverluste sehr schwankende Größen sind, die von der Art der Nahrungsmittel, dem verschiedenen Befinden der Person, dem schnelleren oder langsameren Durchgang des Speisebreies durch den Verdauungsschlauch beeinflußt werden, so ist leicht ersichtlich, daß obige Mittelzahlen für die Energieverwertung im Einzelfalle verschieden große Abweichungen erfahren müssen. Besonders groß werden sie bei vegetabilischer Kost, und bei allen sog. blähenden Nahrungsmitteln sein, denn hierbei ist, abgesehen von den spezifischen Stoffen der Eiweißfäulnis (Indol ꝛc.) am leichtesten Gelegenheit zur Resorption oder Entstehung physiologisch unverwertbarer, in erster Linie aromatischer Substanzen gegeben. Als bekanntes und den Geruchsnerven leicht sich kenntlich machendes Beispiel sei an das Auftreten von Methylmerkaptan in Harn nach Spargelgenuß erinnert.

Selbstverständlich werden die Abweichungen noch weiter vergrößert werden, wenn man verschiedene Tierarten mit verschieden gestaltetem Verdauungsapparat in Betracht zieht. In erster Reihe müssen Fleischfresser und Wiederkäuer in Gegensatz treten. Die vorwiegende Ernährung der letzteren mit schwer verdaulichen Rauhfutterstoffen, die zu besonders reichlicher Hippursäureausscheidung Veranlassung geben, der lange Aufenthalt des Nahrungsbreies im Verdauungsschlauch, die dort nachgewiesenen umfangreichen Fäulnis- und Gärungsprozesse, welche letztere zu einer reichlichen Methanbildung führen, werden notwendig bewirken müssen, daß von den gesamten in den verdauten Nährstoffgruppen enthaltenen Energiemengen ein höherer Prozentsatz verloren geht. In der That hat auch Kellner auf Grund früherer von G. Kühn und einer Reihe eigener mit volljährigen Ochsen angestellten Respirationsversuchen nachgewiesen, daß sich 1 g verdauter organischer Substanz verwertete

bei Fütterung mit reinem Wiesenheu zu 3,435 Cal.

bei Fütterung mit 66,5 % Wiesenheu und 33,5 % Roggenkleie zu 3,722 Cal.

bei Fütterung mit 49,9% Wiesenheu, 8,4% Roggenkleie und 41,7% Melasseschnitzel zu 3,593 Cal.

Bedenkt man, daß in allen diesen Rationen, wenn auch nur wenig, Fett enthalten war, daß ferner in Möckern der durch die Gärung im Darm erzeugte Wasserstoff nicht bestimmt wurde, so werden diese Abweichungen von der Rubner'schen Mittelzahl für Eiweiße wie Kohlehydrate 4,1 Cal. als recht erhebliche erscheinen. Sie betragen 0,665 — 0,378 — 0,507 Cal. im Mittel = 0,517 Cal. oder 16,2% — 9,2% — 12,3%, im Mittel 12,6% der Rubner'schen Zahl.

Bei Anblick solcher Differenzen könnte man sich zu der Meinung veranlaßt fühlen, daß eine Berechnung der Energieverwertung zur rationelleren Ausgestaltung der Fütterungsprinzipien nicht eher angängig wäre, bis durch sehr zahlreiche Versuche mit den verschiedenen Tierklassen und den wichtigsten Futterstoffen eine breite Unterlage gewonnen wäre, um Mittelzahlen für die unter jeweiligen Verhältnissen im Körper ausgelösten Spannkräfte ableiten zu können. Allein, hat je der Spruch: „Das Bessern ist des Guten Feind" Geltung, so wäre dies bei einer solchen Art Vorsicht der Fall. Wir würden dann noch lange Zeit den Kraftwechsel als einen interessanten Anhang zur Ernährungslehre ohne praktische Bedeutung betrachten müssen, denn nur sehr langsam können die arbeitsreichen und kostbaren Einrichtungen erfordernden Respirationsversuche fortschreiten, um schließlich genügende Daten für Mittelzahlen zu liefern. Sichergestellt ist, daß bei jeder Art der Fütterung der größte Teil der zugeführten chemischen Spannkräfte gleichsam nutzlos verloren geht, weder als tierisches Produkt noch als wirtschaftliche Arbeit gewonnen werden kann. Es liegt auf der Hand, daß eine Untersuchung dieser Verluste, auch wenn sie nur mit angenäherten Werten durchgeführt werden kann, von der größten Bedeutung sein muß. Übrigens befinden wir uns jetzt bei solchen Untersuchungen eher noch auf sicherem Boden, als wie bei vielen anderen Fragen der Fütterungslehre. Später wird noch zu zeigen sein, wie schwer es in der Praxis ist, sich genau Rechenschaft über den wirklichen Nährstoffgehalt der verfütterten Rationen zu geben. Derselbe kann großenteils nur „geschätzt" werden, wobei Fehler von 16% oft noch zu den kleinen gerechnet werden müssen. Müssen wir in letzterem Falle aus der Not eine Tugend machen, so wäre es absoluter Widersinn, bei der Berechnung des Kraftwechsels die Anforderung der Genauigkeit wie beim physiologischen Experiment zu stellen und auf die wichtigsten Gesichtspunkte zu verzichten.

Überhaupt darf man in dem Streben, das Leben in Zahlen und Formeln feststellen zu wollen, nicht zu weit gehen und dabei die Wichtigkeit der Erkenntnis allgemeiner Prinzipien und Gesetze unterschätzen. Bedeutsamer ist es oft, z. B. die allgemeine Wirkung des engen oder weiten Nährstoffverhältnisses, der einseitgen Eiweiß- oder Kohlehydratzulage zu kennen, als das genaue Maß dieser Wirkung in einer Reihe von Fällen. Dieses Maß erleidet doch Schwankungen und die „Mittelzahl" stimmt oft nicht. Wir werden später noch sehen, wie der praktische Landwirt rationeller Weise meist so verfährt, daß er von den Mittelzahlen ausgehend, die Fütterung der Tiere den besonderen Verhältnissen anzupassen sucht und zwar unter Verwertung der allgemeinen physiologischen Prinzipien und einer großen Zahl von Faktoren, die er seiner Erfahrung nach schätzungsweise zu bewerten hat.

Durch die Versuche in Möckern ist also sicher erwiesen, daß, die Rationen im ganzen genommen, die Kalorienverwertung der Nährstoffe beim Wiederkäuer eine etwas niedrigere ist, als sie früher bei den Versuchen mit Fleischfresser und Mensch von Rubner gefunden wurden. Bestimmte Zahlen für die einzelnen Gruppen (Eiweiße, Kohlehydrate und Fette) sind daraus noch nicht abzuleiten. Wir werden später noch zu zeigen haben, daß unter Anbringung einer kleinen Korrektur, vorläufig für die Wiederkäuer an den Rubnerschen Zahlen festgehalten werden kann. Man gelangt dabei zu soweit richtigen Resultaten, daß sie für die praktische Futterberechnung wohl verwertbar sind.

Selbstverständlich bleibt es deswegen in hohem Grade wünschenswert, daß durch experimentelle Untersuchungen noch weitere sichere Aufschlüsse über die Verwertung der Energie geliefert werden.

Das erheblichste biologische Gesetz, welches durch die bisherigen Untersuchungen des Energiewechsels gefunden worden ist, ist das der sog. „Isodynamie der Nährstoffe".

Dieses Gesetz bedeutet, daß sich die Nährstoffe, soweit dies überhaupt möglich ist, in den Mengen bei der Ernährung vertreten können, in welchen sie gleiche chemische Spannkräfte zu entwickeln vermögen. Dieses Gesetz hat zuerst Rubner bei sog. Erhaltungsfutter nachgewiesen.

Es wirft dieses Gesetz ein helles Licht auf eine Reihe früher ungelöster Fragen; es giebt die Erklärung für die Beobachtung, daß so oft eine eiweißreiche Fütterung einen ebenso guten Effekt hatte, wie eine eiweißarme aber entsprechend an Kohlehydraten oder Fetten reichere; es lehrt uns die Bedeutung des Nährstoffverhältnisses richtiger erfassen, eine Überschätzung derselben ebenso vermeiden, als eine

Unterschätzung, zu der man durch manche praktische Erfahrungen gelangt ist; es zeigt uns ferner, in welchen Mengen die Nährstoffe gegeneinander wechseln können, um uns eventuell mit den Rationen besonderen wirtschaftlichen Verhältnissen anzupassen.

Und wie eben schon angedeutet, ist die Breite, in der sich die Nährstoffe zu vertreten vermögen, eine sehr große. Aus allen kann der Tierkörper seine Wärmeverluste decken und diese Wärmeabgabe, wie gesagt, nimmt stets den größten Teil der zugeführten Kraft in Beschlag. Aus allen Nährstoffen kann der Tierkörper Glycogen, Milchzucker, Fett bilden und interessant ist, daß bei den Respirationsversuchen in Möckern gefunden wurde, daß 0,5 oder 1 kg verdauliche Keleberproteïnstoffe durch gleiche Mengen Stärkemehl ersetzt werden konnten, ohne daß eine wahrnehmbare Änderung im Fettansatz eintrat. Aus allen Nährstoffen kann endlich die Kraft für mechanische Arbeit geschöpft werden.

Wird demnach ein Mindestmaß aller Nährstoffgruppen dem Tierkörper zugeführt, so kann oft jede weitere Produktion durch Mehrzufuhr einer beliebigen Nährstoffgruppe mit entsprechenden dynamischen Werte erzielt werden, wenn nur die Gesundheit der Tiere nicht zerstört und im Auge behalten wird, daß Eiweiß schließlich nur durch die stickstoffhaltigen Futterstoffe erzeugt werden kann. Dadurch verlieren die Lehren, welche früher bei den Gesetzen der Fleisch- und Fettbildung auseinandergesetzt wurden, nicht ihren Wert. So wichtig das Gesetz der Isodynamie ist, so kann es eben auch überschätzt werden und verhängnisvolle Irrtümer wären die Folge. Die eigentümliche Wirkung der Eiweißstoffe auf die Erhöhung des Stoffwechsels bleibt bestehen und macht ein zu enges Nährstoffverhältnis unrentabel und für das Tier schädlich. Ebenso sind die Gefahren des zu weiten Nährstoffverhältnisses, von denen früher die Rede war, nicht zu mißachten. Ehe noch deutliche Krankheitssymptome hervortraten, konnte J. Munk bei sehr eiweißarm ernährten Hunden beobachten, daß sie nur nach erheblich höherer Energiezufuhr ihren Körperbestand zu erhalten vermochten, als wenn das Futter zweckmäßiger zusammengesetzt war. Kellner beobachtete auch, daß bei zwei Ochsen in Möckern bei geringer Eiweißzufuhr eine auffallende Vermehrung der Kohlenstoffausscheidung im Harn eintrat.

Die volle Gesundheit und maximale Leistungsfähigkeit ist also nur zu erhalten durch strenge Beachtung auch aller Lehren, die die Untersuchungen des Stoffwechsels geliefert haben.

Die eben berührte Möglichkeit einer nicht der Energiezufuhr entsprechenden Produktion leitet zu der weiteren Betrachtung hinüber, daß ein Tier mit den in seinem Körper ausgelösten chemischen Spann-

kräften sehr verschieden haushalten kann. Außer der bekannten Ursache der individuellen Verschiedenheit (große, geringe Mastfähigkeit, sog. leichte und schwere Ernährbarkeit) kommen noch besondere Faktoren vor, welche bewirken, daß im Kräftespiel des Lebens bald ein größerer bald ein geringerer Prozentsatz der chemischen Energie der resorbierten Nährstoffe unproduktiv als Wärme vergeudet oder gebunden als tierisches Produkt gewonnen wird. Es giebt eine Reihe meist unbekannter, in ihrem Vorhandensein jedoch sicher erwiesener Stoffe, welche, sei es durch Vermittelung des Nervensystems, sei es auf anderem Wege, den Stoffwechsel steigern, Kohlensäure wie Stickstoffausscheidung erhöhen und damit beweisen, daß ein erhöhter Verbrauch von Energie stattfindet. Das beste Beispiel von dem Vorhandensein solcher Stoffe bietet das von Baumann entdeckte Thyrojodin, welches auf den Umsatz stärker wie ein hohes Fieber wirkt. Sicher ist mehr oder weniger eine ähnliche Wirkung manchen Alcaloiden zuzuschreiben, die in den Futtermitteln vorkommen können. Alles, was das Tier erregt, sein Behagen stört, die Verdauung ungünstig beeinflußt 2c. erhöht auch die Oxydationen und der Organismus hat leicht die Mittel, durch erhöhte Abgabe an die Umgebung, jenes Plus an Wärme wieder los zu werden.

Andererseits scheint nach Versuchen von Danilewski das Lecithin, in den eiweißreicheren Futterstoffen, besonders in der Milch und in den Leguminosensamen vorkommend, die Eigenschaft zu besitzen, die Wachstumsprozesse zu fördern und durch Zellenneubildung einen größeren Teil der Futterenergie dem Körper zu erhalten.

Ganz wesentlich wirkt auch Klima und Temperatur auf die Energieverwertung ein. Kälte zwingt das Tier zu erhöhter Verbrennung von Körpersubstanz und zu hohe Wärme steigert gleichfalls den Umsatz, indem nach Rubners, Zuntz' u. a. Untersuchungen von Menschen bei hoher Temperatur die Wasserverdunstung besonders durch Lungen erheblich steigt, damit die überflüssig erzeugte Körperwärme entfernt wird, zugleich aber die Produktion der letzteren eben durch die Thätigkeit der wärmeregulatorischen Apparate vermehrt wird. Ebenso hat Henneberg schon vor längerer Zeit einen größeren Stoffverbrauch der Wiederkäuer nachgewiesen, sobald sie bei höheren Temperaturen als dem ihnen zusagenden mittleren gehalten werden.

Auf einige der letztberührten Punkte muß später nochmals zurückgekommen werden. Ihre Erwähnung an dieser Stelle soll nur zeigen, wie viele und komplizierte Faktoren sich zur Geltung bringen, ehe chemische Spannkraft der Futtermittel als solche in Form tierischen Produkts wieder gewonnen werden kann. Viele dieser Faktoren entziehen sich vollständig der genauen Feststellung durch Maß

und Zahl, sie können höchstens geschätzt werden; jedenfalls müssen sie aber auf Grund praktischer Erfahrungen und Beobachtungen bei physiologischen Experimenten berücksichtigt werden. Hat man dann auch darauf zu verzichten, den Effekt einer Fütterung vorher quantitativ bestimmen zu wollen, muß man sich schließlich mit der im besonderen Fall erreichten „Ausbeute“ an tierischem Produkt begnügen, so hat man doch die zur Zeit mögliche wichtigste Direktive für die Ausgestaltung der Ernährung erhalten. Und dies illustriert nicht nur den Wert allgemeiner Fütterungsprinzipien auch dort, wo letztere in ihrer quantitativen Wirksamkeit nicht genau zu bestimmen sind, sondern beweist andererseits die Wichtigkeit, die Probleme der Fütterung von möglichst verschiedenen Seiten in Angriff zu nehmen, nach möglichst verschiedenen Methoden zu untersuchen, um bei ihrer Lösung, die in der Praxis eben nie aufzuschieben ist, der Wahrheit möglichst nahe zu kommen. Mit voller Sicherheit ist zu behaupten, daß in letzterer Beziehung die Verwertung unserer Kenntnisse vom Kraftwechsel im Körper eines der wichtigsten Hilfsmittel ist.

Die Kraftproduktion.

Man glaubte früher nach Liebigs Vorgang, daß durch die mechanische Arbeit, durch angestrengte Muskelthätigkeit eine wesentliche Abnutzung der Organe und damit ein sehr vermehrter, ein um das Doppelte und Dreifache gesteigerter Eiweißumsatz bewirkt werde. Aus Versuchen jedoch, welche in München von Voit und Pettenkofer ausgeführt wurden und deren Resultate bald durch andere Forscher bestätigt werden konnten, hat sich ergeben, daß dies keineswegs der Fall ist, daß vielmehr der Eiweißumsatz, bei unveränderter Nahrungsaufnahme und selbst bei Hunger, während der Arbeit kein oder meist nur unwesentlich größerer ist, als in der Ruhe. Dagegen ergab die Untersuchung des respiratorischen Stoffwechsels eine erhebliche, der geleisteten Arbeit proportionale Ausscheidung von Kohlensäure sowie Aufnahme von Sauerstoff.

Die ersten Versuche in dieser Richtung wurden mit einem großen, etwa 32 kg schweren Hund angestellt; die Arbeit, welche derselbe an den Arbeitstagen durch Laufen in einem Tretrad zu verrichten hatte, war eine verhältnismäßig bedeutende und betrug pro Sekunde durchschnittlich (die Zeit der Arbeit und der Ruhe in 24 Stunden zusammen gerechnet) 1,7 kgm*), während man für einen 70 kg schweren

*) Unter Kilogrammmeter (kgm) versteht man diejenige Kraft, welche erforderlich ist, um 1 kg auf 1 m Höhe zu heben.

Mann, bei täglich 8stündiger Arbeitszeit, eine durchschnittliche Sekundenleistung von 2,3 kgm, also nicht viel mehr annimmt. Hierbei ergab sich für die Arbeitstage eine kleine Erhöhung des Eiweißumsatzes, welche jedoch im Hungerzustand des Tieres nur 11,5 und bei reichlicher Fleischfütterung 4,8 % von dem bei völliger Ruhe zerstörten Eiweiß betrug. Bei Versuchen mit Menschen trieb der Versuchsmann an den Arbeitstagen während 9 Stunden ein mit Kurbel versehenes schweres Rad, wobei er sich abends ermüdet fühlte, wie nach einer anstrengenden Arbeit oder nach einem längeren Marsche. Unter Beihilfe des Respirationsapparates wurden die folgenden Zahlen ermittelt, welche auf den Zeitraum von 24 Stunden sich beziehen; die überschüssige Kohlensäureausscheidung ist auf Fett umgerechnet und als Fettverbrauch registriert.

	Eiweißumsatz g	Fettverbrauch g	Kohlensäure ausgeatmet g	Sauerstoff aufgenommen g	Wasserausscheidung im Harn g	Wasserausscheidung verdunstet g
1. Hungerzustand.						
Ruhe . .	79	209	716	762	844	821
Arbeit . .	75	380	1187	1072	746	1777
2. Mittlere Kost.						
Ruhe . .	137	219	928	832	1056	931
Arbeit . .	137	320	1209	1006	1155	1727

Die Zahlen beweisen, daß unter den gegebenen Verhältnissen der Eiweißumsatz bei der Arbeit nicht größer war, als in der Ruhe. Dagegen nahmen die Kohlensäureausscheidung, sowie die Sauerstoffaufnahme bedeutend zu, ebenfalls war die Verdunstung von Wasser durch Haut und Lunge eine weit größere. Beim Hunger war die Differenz in der ausgeatmeten Kohlensäure zwischen Ruhe und Arbeit bedeutender (471 g), als bei mittlerer (Kost 281 g); ähnlich verhielt sich auch der Sauerstoff, nämlich beziehungsweise 310 und 174 g, während die Unterschiede in der Wasserverdunstung verhältnismäßig geringer waren, gleich 956 : 796 g.

Eine weitere Bestätigung obiger Zahlen, die den unveränderten Eiweißumsatz bei Ruhe und Arbeit darthun, gewannen die Versuchsansteller durch Bestimmung der Schwefelsäure- und Phosphorsäureausscheidung der Versuchsperson. Dieselben betrugen im Mittel pro Tag:

	Schwefelsäure	Phosphorsäure
Ruhetag . .	2,61 g	4,19 g
Arbeitstage .	2,57 „	4,11 „

Da beim Zerfall der Eiweißstoffe auch die mit ihnen verbundenen Schwefel und Aschenbestandteile zur Ausscheidung gelangen

müssen, beweisen auch letztere Zahlen, daß sich eben am Eiweißbestand des Körpers nichts geändert haben konnte.

Ähnlich wie Voit und Pettenkofer fand auch Hirschfeld, daß bei ausreichender (einerlei, ob stickstoffreicher oder stickstoffarmer) Ernährung der Eiweißzerfall durch die Muskelthätigkeit nicht gesteigert wird.

Der innige Zusammenhang zwischen Muskelarbeit und Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureproduktion tritt noch auffallender in Erscheinung, wenn der Gaswechsel kurzer Perioden absoluter Ruhe mit solchen voller Arbeit verglichen wird. Zuntz und Lehmann fanden, daß ein gesundes Pferd in einer Stunde etwa 203 g Kohlensäure ausatmete, nach anhaltender Muskelbewegung dagegen in der gleichen Zeit 1050 g, also mehr als das Fünffache. Katzenstein beobachtete nach gleicher Methode beim Menschen (angestrengtes Bergsteigen) sogar über achtfach höhere Werte gegenüber der Ruhe.

Die analoge Erscheinung zeigt sich überall, wo der Organismus irgend welche Bewegungen ausführt, die im gewöhnlichen Sinne nicht als Arbeit aufgefaßt werden. Dies beweisen die in Weende von Henneberg mit volljährigen Hammeln ausgeführten Versuche, aus welchen sich ergab, daß bei Ernährung der Tiere im Stall, bei Tage im allgemeinen mehr Kohlensäure ausgeschieden wird als bei Nacht. Es ist dies bedingt durch die im wachenden Zustand, gegenüber der nächtlichen Ruhe stets vermehrte Muskelthätigkeit, hauptsächlich durch die am Tage größere Arbeit der Kau- und Schlingmuskeln, allerdings auch die Thätigkeit der Verdauungsdrüsen. Bei der, wie gewöhnlich vorwiegend am Tage stattfindenden Fütterung kamen auf die 12 Tagesstunden 54 % der gesamten Kohlensäureausscheidung in 24 Stunden, während umgekehrt, wenn die Tiere vorwiegend bei Nacht mit gleichen Quantitäten von Wiesenheu gefüttert wurden, die Kohlensäuremenge bei Tage nur 46, bei Nacht dagegen 54 % von der gesamten Ausscheidung betrug.

Den bisher erwähnten Versuchen, bei denen vollständig oder fast vollständig die geleistete Arbeit allein durch Verbrennung stickstofffreier Substanz im Körper gedeckt wurde, stehen nun einige andere Befunde gegenüber, bei welchen doch die Muskelthätigkeit eine Erhöhung des Stickstoffumsatzes bewirkte.

Argutinsky stellte bei sehr anstrengendem Bergsteigen einen erheblichen Eiweißzerfall fest, der durch Zuckergenuß nicht aufgehoben werden konnte.

Auf der Versuchsstation zu Hohenheim sind Pferdefütterungsversuche angestellt worden, bei welchem man die Beobachtung nicht wie in den Münchener Versuchen, auf jedesmal 24 Stunden be-

schränkte, sondern auf weit längere Perioden ausdehnte. Hierbei konnte zugleich die geleistete Tagesarbeit mit Hilfe eines besonderen Apparates gemessen und nach Kilogrammmetern berechnet werden. In einer Versuchsreihe erhielt das Pferd während der ganzen Dauer des Versuches als Tagesration 5 kg Wiesenheu, 6 kg Hafer und 1,5 kg Weizenstrohhäcksel; die Menge der aus diesem Futter verdauten organischen Stoffe blieb trotz der von einer Periode zur andern sehr wechselnden Arbeitsleistung mit geringen Schwankungen, immer dieselbe und betrug durchschnittlich 5861 g mit einem Nährstoffverhältnis von 1 : 6,57. Jede Versuchsperiode dauerte 8—14 Tage, und es ergab sich:

		Per. I.	II.	III.	IV.	V.
Tagesarbeit. .	kgm	475000	950000	1425000	950000	475000
Harnstickstoff p. Tg.	g	99,0	109,3	116,8	110,2	98,2
Lebendgewicht	kg	534	530	523	508	518

In einer zweiten Versuchsreihe war die Dauer der einzelnen Perioden noch länger, nämlich 3—4 und selbst 8 Wochen; hierbei wurde ein sehr stickstoffreiches Futter verabreicht, pro Tag 7,5 kg Wiesenheu und 4 kg Ackerbohnen, in welcher Ration die bei jeder Arbeitsleistung wiederum fast gleiche Menge der verdauten organischen Stoffe zu 5365 g mit einem Nährstoffverhältnis = 1 : 2,96 ermittelt wurde. Weiter fand man:

		Per. I.	II.	III.
Tagesarbeit . . .	kgm	810000	2430000	810000
Harnstickstoff pro Tag	g	198,6	228,0	199,9
Lebendgewicht. . .	kg	497	463	458

In der letzten Versuchsreihe war die Differenz des Eiweißumsatzes oder Harnstickstoffes in den betreffenden Perioden größer als in der ersteren, weil die Tagesarbeit bedeutend mehr gesteigert wurde, dagegen die Menge der aus dem Futter täglich verdauten organischen Substanz eine etwas geringere, das Nährstoffverhältnis aber ein weit engeres war, und namentlich weil die einzelnen Versuchsperioden länger dauerten und daher bei verstärkter Arbeit der Ernährungszustand des Pferdes, welcher schon zu Anfang des Versuches ein geringerer war als in der ersten Versuchsreihe, rasch noch mehr sich vermindern mußte. Im Verlaufe der zweiten Periode zeigte es sich besonders deutlich, wie rasch bei der überhaupt durch Arbeit sehr vermehrten Verbrennung von organischer Substanz auch der Eiweißumsatz im Körper des Pferdes sich steigerte; die verstärkte Arbeitsleistung begann mit dem 12. März und einige Tage später,

vom 18. bis 24. März fand man an Harnstickstoff pro Tag 211,3 g, ferner vom 25. bis 29. März 220,7, vom 30. März bis 4. April 229,1 und vom 5. bis 10. April 234,3 g. Hierbei sank das Lebendgewicht des Tieres von 497 kg (11. März) in den angegebenen Zeitabschnitten auf 482—470—469 und zuletzt auf 463 kg, und man kann mit Sicherheit annehmen, daß bei noch längerer Dauer der Versuchsperiode das Körpereiweiß noch mehr in Anspruch genommen worden wäre, der Ernährungszustand also des Pferdes immer rascher sich verschlechtert hätte. Man sieht, daß infolge der größeren Arbeitsleistung allerdings auch ein vermehrter Eiweißumsatz eintreten kann, in höherem oder geringerem Grade je nach dem im Beginn des Versuches vorhandenen Ernährungszustand des Tieres. Andere Versuche nun mit demselben Tier haben ergeben, daß die weitere Steigerung im Eiweißumsatz sofort aufhört, sobald das täglich aufgenommene Nährstoffquantum durch die Beigabe einer genügenden Menge von Fett oder Kohlehydraten vermehrt wird. Man kann ermitteln, wie viel von den zuletzt genannten Nährstoffen als Beigabe erforderlich ist, um das durch die erhöhte Muskelanstrengung gestörte Stickstoffgleichgewicht wieder herzustellen, und es ist anzunehmen, daß damit alsdann auch der größere Respirationsverbrauch gedeckt wird, also gleichzeitig Kohlenstoffgleichgewicht eintritt, überhaupt der ganze Ernährungszustand des Tieres unverändert bleibt.

Die Thatsache, daß Muskelarbeit bald ohne bald mit erhöhtem Stickstoffumsatz geleistet wird, erscheint leicht verständlich. Wenn auch aus den Respirationsversuchen hervorgeht, daß die Oxydation des Kohlenstoffs die nächste und promteste Wirkung der Arbeit ist, so muß auf alle Fälle das Eiweiß in den Zerfall hineingezogen werden, wenn der Körper nicht über genügend stickstofffreies Material verfügt, wobei es natürlich gleichgiltig ist, ob letzteres eben erst aus dem Verdauungsschlauch resorbiert wurde, oder früher abgelagerter Körpersubstanz entstammt. Die Versuche, welche ohne jede Störung des Stickstoffgleichgewichts durch Muskelarbeit verlaufen sind, beweisen nur, daß in erster Linie der Körper die chemische Spannkraft des stickstofffreien Nährmaterials verwertet. Eine Reihe physiologischer Erwägungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, führt zu dem Schluß, daß besonders leicht der Zucker, eventuell der sich aus dem Muskelglycogen bildende Zucker bei der Arbeit verwertet wird.

Über die näheren Vorgänge bei der Umwandlung chemischer Spannkraft in mechanische Arbeit innerhalb des Muskels herrscht noch keine volle Übereinstimmung der Ansichten. Es mögen daher hier nur einige Andeutungen Platz finden.

Sicher ist, daß bei der Kontraktion des Muskels nicht sofort ein der Kohlensäureproduktion entsprechender Teil organischer Substanz vollständig oxydiert wird. Die Kraftleistung kommt vielmehr dadurch zu stande, daß Teile des sich zusammenziehenden Muskelplasmas in einfachere Verbindungen mit in Summa geringerem Energiegehalt zerfallen. Kohlensäure ist nur in geringem Prozentsatz darunter. Es wird zunächst sog. „intramolekulare“ Spannkraft ausgelöst. Die abgespaltenen Teile unterliegen dann in den Geweben der weiteren Oxydation zu den Endprodukten des Stoffwechsels. Der zurückbleibende Rest des Muskelplasmas vermag sich dann durch neu aus dem zirkulierenden Säftestrom aufgenommene Stoffe zu seinem ursprünglichen Bestande zu regenerieren.

In normaler Weise verlaufen diese Umsetzungen nur, wenn dem Muskel nicht nur durch das Blut genügend Nährstoffe, sondern auch genügend Sauerstoff zugeführt werden. Fehlt es an letzterem, so scheinen wesentlich die erwähnten Regenerationsprozesse des Muskelplasmas, des „lebendigen“ Eiweißes, der „Rieseneiweißmoleküle“ (Pflüger) der Zellen zu leiden. Der Zerfall schreitet weiter fort und es kommt „trotz guter Fütterung“ zu erhöhter Stickstoffausscheidung (S. 30) und Muskelschwund.

Nach dieser Vorstellung ist zwar das Eiweiß nicht „die Quelle“ der Muskelkraft, wohl aber bildet es die Grundlage ihrer Erzeugung und zwar nicht das eben aus dem Futter resorbierte Eiweiß, sondern das bereits zu einem Bestandteil des lebendigen Zellplasmas gewordene. Lebendiges Eiweiß ist gleichsam die Maschine, welche unter günstigen Verhältnissen die chemische Spannkraft stickstofffreien Nährmaterials zu freier mechanischer Kraft verarbeitet. Diese Maschine muß groß sein, d. h. der Körper muß eiweißreich gemacht worden sein, sollen erhebliche Kraftleistungen hervorgebracht werden und hiermit stimmt die Erfahrung von der größeren Leistungsfähigkeit des „Beefsteaksarbeiters“ gegenüber der des „Kartoffelarbeiters“ (Liebig). Ferner werden nur dort plötzliche und sehr große Anstrengungen den Tieren ohne Schaden zugemutet werden können, wo ein sehr entwickeltes Zirkulationssystem kräftige, sauerstoffreiche Blutwellen in die Muskeln zu schleudern vermag (Vollblutpferd).

Erwähnt sei noch, daß die oben angeführten Abspaltungsprodukte des Muskelplasmas ihrer Wirkung nach, als Ermüdungsstoffe (z. B. Fleischmilchsäure) bezeichnet werden. Durch das Blut müssen sie großenteils ausgespült werden, soll der Muskel nicht sehr bald erlahmen. Auch in dieser Hinsicht tritt die große Bedeutung einer reichlichen Blutversorgung des Muskels hervor.

Die Ansicht, daß alle Nährstoffe erst in Zucker (resp. Glycogen)

verwandelt werden müßten, ehe sie der Muskel verarbeiten könnte (Chauveau), entbehrt noch des zwingenden Beweises.

Eine weitere wichtige Frage ist, wie ökonomisch der Muskel arbeitet, welcher Prozentsatz der ausgelösten chemischen Spannkräfte in mechanische Arbeit übergeführt wird. In dieser Beziehung ist sicher festgestellt, daß durch Erzeugung von Wärme immer sehr erhebliche Verluste stattfinden; dieselben betragen beim ausgeschnittenen elektrisch gereizten Muskel vielleicht 50 %. Noch größer werden die Verluste, wenn man die nach Außen abgegebene Arbeit, den wirtschaftlich verwertbaren Teil derselben mit den ausgelösten chemischen Spannkräften vergleicht. Nur ein Teil der sich zusammenziehenden Muskulatur wirkt beim ziehenden, tragenden, sich fortbewegenden Tier auf die Zugstränge, die Unterstützung der Traglast rc. Ein anderer erheblicher Teil wird verbraucht zur Feststellung der Glieder und Körperhaltung, zur Abmessung der Bewegung (durch die Antagonisten, d. h. den sich kontrahierenden Muskeln entgegenwirkenden Muskeln) zur Vermehrung der Herz- und Atemthätigkeit rc. Nur der direkte Versuch vermag über die Größe dieser Verluste Aufschluß zu geben. Man läßt ein Versuchsindividuum, dessen Stoffwechsel in der Ruhe genau bestimmt war, eine genau gemessene Arbeit irgend welcher Art ausführen und bestimmt den Stoffwechsel während dieser Arbeit, oder man variiert den Versuch derart, daß Tage mit Ruhe und Tage mit Arbeit abwechseln und die Umsetzungen der Ruhe- resp. Arbeitstage mit einander verglichen werden. Aus der Größe der ermittelten Oxydationen ergiebt sich die Mehrauslösung chemischer Spannkraft in den Arbeitszeiten und da bekannt ist, daß eine große Kalorie äquivalent ist einer Arbeit von etwa 424 kgm, d. h. dem Heben von 424 kg auf 1 m Höhe, so sind hiermit alle Unterlagen für die Berechnung gegeben.

Solche Versuche sind beispielsweise in der Berliner landw. Hochschule von Zuntz und seinen verschiedenen Mitarbeitern mit Pferden, Menschen und Hunden ausgeführt worden.

Eines der benutzten Pferde brauchte als Zulage zu dem Erhaltungsfutter bei völliger Ruhe an verdaulicher Substanz von Stärkewert im Futter pro 500 kg Lebendgewicht

a) zur Schrittbewegung auf horizontaler Bahn pro Meter	0,0628 g
b) zur Trabbewegung auf horizontaler Bahn pro Meter	0,0915 „
c) zur Steigarbeit im Schritt pro 500 kgm . .	0,8989 „
d) zur Zugarbeit im Schritt auf horizontaler Bahn pro 500 kgm	0,9283 „

Wenn man das Mittel nimmt von c und d, so erhält man 0,9136 × 4100 = 3746 kal. und daraus als theoretisch mögliche Arbeitsleistung 3746 × 0,424 = 1588 kgm, wovon also die effektiv geleistete Arbeit (500 kgm) 31,5 % ausmachte. Die hier für die Arbeitsleistung ermittelten Zahlen werden von den Versuchsanstellern als etwas zu hoch angesehen, weil die Dauer der einzelnen Versuche eine relativ kurze, mithin der Sauerstoff- oder Nährstoffverbrauch ein relativ großer war, wie es im Beginn einer Arbeitsleistung stets der Fall ist, und weil das Versuchspferd durch die Apparate und sonstige Umstände etwas beunruhigt wurde. Indes hat man auch in anderen Versuchen gefunden, daß das mechanische Äquivalent der Wärme im Tierkörper nur im günstigsten Falle bis zu 33 % durch effektive Arbeitsleistung ausgenutzt wird. Dies bestätigen ferner neuere*) in Hohenheim mit dem Pferd ausgeführte Fütterungsversuche, aus welchen man entnehmen kann, daß bei ruhigem und regelmäßigem Gang des Pferdes am Göpel, sowie bei Ausschluß aller Störungen von dem über das reine Erhaltungsfutter hinaus verabreichten Nährstoff je 1 g eine effektive Arbeit von durchschnittlich etwa 550 kgm (nach Lehmann 1000 kgm Arbeit = 1,8 g Nährstoff, also 555 = 1 g) ermöglicht, also wiederum annähernd 31,5 % des mechanischen Äquivalentes der Wärme (1 g Nährstoff = 1738 kgm Arbeit). Nährstoff ist hierbei die verdaute organische Substanz des Futters worin nach Abzug der Cellulose (s. später: Verdauung der Rohfaser und Fütterung des Pferdes) die Stickstoffverbindungen (Rohproteïn) und die Kohlehydrate als gleichwertig in Rechnung kommen, das verdaute Fett aber mit dem Faktor 2,40 multipliziert den Kohlehydraten zugerechnet ist.

Diese Verwertung der chemischen Spannkraft durch wirtschaftliche Arbeit, also neben der sonstigen physiologischen Arbeit zu rund 33 % ist übereinstimmend gefunden worden bei Pferd, Hund und Mensch, also Organismen von sehr verschiedener Beschaffenheit. Es giebt dies der Zahl natürlich eine erhöhte Bedeutung. Allein diese Verwertung bezieht sich nur auf solche Arbeit, zu welcher das betreffende Individuum durch seine ganze Organisation am besten veranlagt ist, z. B. Gehen, Steigen ꝛc. Sowie die Arbeitsleistung eine gewissermaßen erkünstelte wird, oder auch nur eine ungewohnte, mangelhaft geübte ist, erniedrigt sich die wirtschaftliche Verwertung der ausgelösten chemischen Spannkräfte sofort und in oft sehr erheblichem Grade. Obige Zahlen zeigen schon, daß Steigarbeit von

*) Seit einigen Jahren sind an dem in Hohenheim benutzten Pferdedynamometer Vorkehrungen getroffen worden, welche die wirkliche Arbeitsleistung des Tieres genauer ermitteln lassen, als es früher möglich war.

dem Versuchspferde mit weniger Stoffverbrauch geliefert werden konnte, als Zugarbeit. Nach Versuchen von Katzenstein am Menschen erforderte die mit den Armen durch Raddrehen geleistete Arbeit einen größeren Stoffwechsel, als die durch Gehen und Steigen geleistete; der Sauerstoffverbrauch pro Kilogrammmeter mechanischer Arbeit betrug, wenn diese durch Steigen geleistet wird, 1,19—1,51 ccm, bei Dreharbeit dagegen 1,96 ccm. Max Gruber fand in Versuchen an eigener Person die Kohlensäureausscheidung in jedesmal 20 Minuten:

	Ruhe	Gehen	Steigen ungeübt	Steigen geübt
Kohlensäure	12,83	22,42	38,83	31,00 g
Arbeit	—	—	7376	7539 kgm

Die Kohlensäureproduktion des arbeitenden Menschen ist also nicht eine einfache Funktion seiner Leistung; der Stoffumsatz nimmt ab, wenn die Übung wächst.

Nach dem früher Mitgeteilten ist dies leicht verständlich. Bei mangelnder Übung, auch nach Ermüdung, bei Arbeit in unbequemer Form 2c. ist der Prozentsatz der Muskelkontraktionen, die allein zur Feststellung des Körpers, zur Abmessung der Bewegung 2c. dienen, ein höherer als unter entgegengesetzten Verhältnissen.

Diese Thatsache hat für die Praxis der Fütterung eine hohe Bedeutung. Sie läßt den Nutzen erkennen von guter Dressur der Arbeitstiere, zweckmäßigem Geschirr, gutem Beschlag, kurz von allen Mitteln, welche dem Tier die Arbeit bequem und leicht machen; sie läßt aber ferner einsehen, daß bei den so wechselnden Verhältnissen, unter denen in der Landwirtschaft Arbeit geleistet werden muß, auch eine genaue Messung der Arbeit in Kilogrammmeter, wenn sie möglich wäre, keinen stets sicheren Maßstab für den Stoffverbrauch und damit die Ernährung geben würde. Ein Pferd 10 Kilometer in der Manège in künstlichen Gangarten geritten hat vielleicht ebenso viel Körpersubstanz verbrannt, als wenn es 40 Kilometer im Freien in bequemen Schritt und Trab meist geradeaus geritten worden wäre. Wir werden noch später sehen, daß gemeiniglich die relative Erschöpfung der Tiere sowie die Art ihrer Anstrengung einen sichereren Maßstab zur Abschätzung ihres Nahrungsbedürfnisses giebt.

Das Futter

der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Ehe durch physiologische Forschungen die Ernährungslehre ihren jetzigen Ausbau erhalten hatte, suchte der Landwirt die Fütterung seiner Tiere auf Grund der Erfahrungen zu regeln, die mit den ihm allein zur Verfügung stehenden Futtermitteln in der Praxis gemacht worden waren. Dies mußte und konnte anders werden, sobald man erkannte, daß die Nährwirkung der Futtermittel auf ihrem Gehalt an besonderen chemischen Stoffen den sog. „Nährstoffen“ beruht und als man diese Nährstoffe selbst in ihren Eigenschaften und quantitativem Auftreten zu bestimmen vermochte.

Die Futtermittel stellten sich hiernach als sehr wechselnde Gemenge verschiedener Nährstoffe dar, fast stets mit einer mehr oder weniger großen Beimischung unverdaulicher Substanzen, welche für die Ernährung ganz wertlos sind. Die Futtermittel bildeten somit verschiedene „Formen“ der Nährstoffe mit verschiedenen physikalischen und anderen Eigenschaften, die insofern von großer Bedeutung sind, als sie das ganze Befinden der Tiere und damit ihr Produktionsvermögen oft erheblich zu beeinflussen vermögen. Endlich ermittelte man in vielen Futterstoffen noch geringe Mengen besonderer Substanzen, teils Gifte, die gleichfalls auf die Tiere in gutem wie in schlechtem Sinne einzuwirken vermögen. Die praktischen Erfahrungen mit den einzelnen Futtermitteln waren das Resultat aller dieser Faktoren; sollten sie also ursächlich begründet und verstanden werden, so mußte man die einzelnen Faktoren für sich und gesondert untersuchen. Wir haben es zunächst nur mit der Nährwirkung an sich, also mit den Nährstoffen zu thun.

Im allgemeinen kann man einen Nährstoff als einen solchen Stoff definieren, der selbst einen konstituierenden Körperbestandteil des Tieres zu bilden oder doch den Verlust eines solchen zu verhindern vermag. Die Definition ist also eine auf seine Wirkung begründete. Nährstoffe sind also noch keine „Nahrung“. Letztere ist ein derartiges Gemenge verschiedener Nährstoffe, welches alle Lebens-

funktionen in normaler Weise zu unterhalten und die eventuell gewünschte Produktion hervorzubringen vermag. Eine „Nahrung“ besteht daher nur sehr selten aus einem Futtermittel, sondern muß in der Regel aus einer Mischung verschiedener Futtermittel gebildet werden.

Die große Menge verschiedener Nährstoffe, die in den Futtermitteln für unsere Haustiere vorkommen, macht es notwendig, sie in Gruppen zusammen zu fassen, die bei der Ernährungslehre einheitlich behandelt werden können. Der mit letzterem verbundene Fehler ist für die Praxis ein unvermeidlicher und kann nur teilweise dadurch kompensiert werden, daß man nach Feststellung der Nährstoffgruppen für eine Ration bald hier bald dort noch den besonderen chemischen Individuen seine Aufmerksamkeit zuwendet und eventuelle Korrektionen vornimmt.

Folgendes Schema giebt die jetzt geltende Einteilung der Nährstoffe an:

Organische Nährstoffe						Anorganische Nährstoffe (Mineralstoffe)
Stickstoffhaltige Stoffe			Stickstofffreie Stoffe			
Eiweiße	Amide	Leimstoffe	Fette	Kohlehydrate	Andere stickstofffreie	

Zur ersten und nächsten Charakteristik der Futtermittel findet aber nicht einmal eine Bestimmung aller vorgenannten Gruppen statt, andererseits dürfen die unverdaulichen Beimengungen nicht unberücksichtigt bleiben. Die bisher übliche „Weender“ analytische Methode trennt daher das ganze Futtermitel (außer dem Wasser) in folgende Einzelbestandteile:

1. Rohproteïn (stickstoffhaltige organische Stoffe); 2. Rohfaser (Holzfaser); 3. Rohfett (Ätherextrakt); 4. stickstofffreie Extraktstoffe (Kohlehydrate) und 5. Mineralstoffe (Reinasche).

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit dieser Futterbestandteile und bezüglich ihrer Bestimmungsweise bei den Futteranalysen mag hier folgendes Erwähnung finden.

1. Rohproteïn nennt man die Gesamtmenge der stickstoffhaltigen organischen Substanz, wie dieselbe bei der Analyse der Futtermittel aus dem direkt bestimmten Stickstoff durch Multiplikation desselben mit dem Faktor 6,25 gefunden wird. Diese Benennung ist dadurch bedingt, daß man damit sehr verschiedene Stoffe zusammenfaßt und daß auch keineswegs die ganze Menge der vor-

handenen Eiweißsubstanz als wirklicher Nährstoff angesehen werden kann, sondern immer ein größerer oder geringerer Teil unverdaut den Tierkörper wieder verläßt, also bei der Beurteilung des Nährwertes eines Futters außer Rechnung bleiben muß. Es kommen hier hauptsächlich die Eiweißstoffe und die Amidkörper in Betracht, während die anorganischen Stickstoffverbindungen, die Ammoniak- und salpetersauren Salze als Bestandteile der Futtermittel nur geringe Bedeutung haben. Zur näheren Charakterisierung des Rohproteïns wird dasselbe daher in neuerer Zeit nach Stutzer noch weiter zerlegt, indem der Teil des Futtermittelstickstoffs, welcher nach Kochen mit Kupferoxydhydrat unlöslich bleibt, bestimmt wird. Derselbe mit 6,25 multipliziert ergiebt das „Reineiweiß", der lösliche das „Nichteiweiß".

Über eine weitere Stutzer'sche Methode der Trennung des Rohproteïns in einen verdaulichen und unverdaulichen Teil wird später noch zu berichten sein (S. 87).

a) Die vegetabilischen Eiweißstoffe sind in sehr zahlreichen Formen und Modifikationen dargestellt worden. Je nach Anwendung der Lösungs- und Trennungsmittel können aus denselben Pflanzenteilen etwas verschiedene Mengen und Arten gewonnen werden, wobei leicht eine teilweise Veränderung der sehr labilen Substanzen durch Einwirkung der Darstellung selbst hervorgebracht wird. Aus diesem Grunde ist unsere Kenntnis von der Natur der verschiedenen vegetabilischen Eiweiße noch eine sehr unsichere, so daß an dieser Stelle auf ein näheres Eingehen auf die bisherigen Forschungsresultate verzichtet werden muß. Bemerkenswert ist, daß in den Pflanzen ganz den tierischen Eiweißen ähnliche Gruppen gefunden worden sind, welche wenigstens dieselben gröberen Reaktionen zeigen (Lösungsvermögen, Koagulation, Labfällung rc.). Es deutet dies bis zu einem gewissen Grade auf analoge Modifikationen im Aufbau der pflanzlichen Eiweißmoleküle hin.

Besonders gut charakterisiert sind die Pflanzen-Albumine, wie die tierischen in Wasser löslich und durch Erwärmen koagulierend. Sie stellen die Hauptmasse des Eiweißes in den Säften der Pflanzen dar, in den Blättern, Wurzeln, Stengeln, sind aber auch reichlich in den Samen abgelagert.

Ferner sind Globuline in mannigfachen Formen gefunden worden, besonders in den Kleberschichten der Samen aber auch in allen anderen Pflanzenteilen. Die Einteilung der Kleberproteïnstoffe nach Ritthausen in Gliadin oder Pflanzenleim, Mucedin, Gluten-Fibrin läßt sich nach den neueren Untersuchungen von Osborn u. a. nicht mehr ganz aufrecht erhalten.

Endlich charakterisiert sich noch gut als besondere Gruppe die Klasse der Legumine oder Pflanzenkaseïn, die den tierischen Nucleoalbuminen, dem Kaseïn an die Seite gestellt werden kann. Sie sind in verschiedener Form besonders in den Samen der Leguminosen enthalten, fast nicht in den Ölsamen, in etwas mehr abweichender Zusammensetzung z. B. in den Lupinen, Konglutin genannt.

Bezüglich ihrer Zusammensetzung sind die erwähnten Eiweißstoffe nicht unbedeutend von einander verschieden, namentlich in ihrem Gehalt an Kohlenstoff (50,2 bis 54,3 %), Stickstoff (14,7 bis 18,4 %) und Schwefel (0,4 bis 1,6 %). Legumin und Gliadin enthalten im allgemeinen eine größere Menge von Stickstoff, als das Pflanzeneiweiß und die vegetabilischen Proteïnstoffe sind fast durchweg stickstoffreicher und kohlenstoffärmer als die animalischen. Hiernach giebt auch die Berechnung der Eiweißsubstanz aus der direkt bestimmten Stickstoffmenge mit dem Faktor 6,25, welcher auf einen mittleren Stickstoffgehalt von 16 % sich bezieht, nicht immer richtige Resultate. Nach neueren Untersuchungen Ritthausens kann man im Mittel für die Proteïnkörper der Getreidearten und hier gebauten Hülsenfrüchte etwa 17,6 %, die der Ölsamen und Lupinen 18,2 % Stickstoffgehalt annehmen, woraus sich die Faktoren 5,7 resp. 5,5 ergeben müßten. Eine Ausnahme von der Regel machen nur Gerste, Mais, Buchweizen, Sojabohne und weiße Bohnen (Phaseolus) mit im Mittel 16,66 % Stickstoff = Faktor 6,0 und Raps, Rübsen und Kandlenuts mit dem gleichen Eiweißstickstoff und daher demselben Faktor.

Es scheint jedoch, daß vom Standpunkte der Ernährungslehre dieser eigentlich exakteren Berechnung keine sehr hohe Bedeutung beizumessen ist. Gerade die stickstoffreicheren Eiweiße haben meist auf die Gewichtseinheit einen geringeren Energiegehalt (z. B. Konglutin), so daß bei der gleichmäßigen Anwendung des Faktors 6,25 gewissermaßen eine organische, Stickstoff in Form der Eiweißbindung enthaltende Substanz von mehr annähernd gleichem Energiegehalt berechnet wird. Natürlich bleiben die Unterschiede im Spannkraftgehalt bestehen, welche auf dem besonderen molekularen Aufbau der Stoffe beruhen.

Inwiefern die einzelnen Arten der vegetabilischen Eiweißstoffe als Bestandteile des Futters einen verschiedenen Nähreffekt ausüben, vielleicht unter sonst gleichen Verhältnissen mehr oder weniger leicht zum Ansatz im Tierkörper gelangen, darüber läßt sich noch nichts mit Bestimmtheit entscheiden. Allerdings ist anzunehmen, daß bei einer Differenz von 3 bis 4 % im Kohlenstoffgehalt auch die Menge des aus dem betreffenden Eiweiß sich abspaltenden Fettes eine verschiedene, die Nährwirkung daher unter Umständen bei höherem

Kohlenstoffgehalt eine entsprechend größere sein wird. Die einzelnen Proteïnstoffe liefern ferner bei der Zersetzung verschiedene Mengen der einzelnen Zersetzungsprodukte (Leucin, Tyrosin, Glutamin und Asparaginsäure, sowie Ammoniak ꝛc.) und vielleicht äußern sie schon aus diesem Grunde einen ungleichen Nähreffekt. Auch können wohl kaum alle pflanzlichen Eiweißstoffe als gleich gute Ersatzmittel für tierische Eiweißstoffe betrachtet werden; die letzteren sind wenigstens für den menschlichen Organismus meist leichter verdaulich als die ersteren. In der That wirkten in Versuchen, welche Gabriel in Breslau mit Hammeln ausführte, animalische Eiweißstoffe (Fleischmehl, Albumin und Kaseïn) etwas günstiger für den Stickstoffansatz als die vegetabilischen (Roggen, Erbsen und Konglutin). Jedoch sind diese Differenzen nicht sehr bedeutend, und einige in Hohenheim und in Kuschen, an letzterem Ort von E. Wildt ausgeführte Fütterungsversuche mit vegetabilischen und mit tierischen Eiweißsubstanzen ließen bei Schweinen keinen wesentlich verschiedenen Nähreffekt erkennen; zu denselben Resultaten gelangten in Göttingen Kern und Wattenberg bei Versuchen mit Hammeln, im Vergleich von Konglutin (aus Lupinen) und Fleischmehl. Potthast wies beim Hunde eine Minderwertigkeit des Lupinen-Konglutins gegenüber dem Milchkaseïn und dem Legumin der Erbsen und Linsen, allerdings bei fast alleiniger Fütterung der geprüften Stoffe als stickstoffhaltige Komponente der Nahrung. Da der Tierkörper die Moleküle der vegetabilischen Eiweißstoffe nicht unverändert wie fertige Bausteine sich selbst einfügen kann, sondern sehr wahrscheinlich mit Hilfe synthetischer Prozesse nach Zerleguug der resorbierten seine eigenen Eiweiße bildet, so liegt die Annahme nahe, daß bei Vorhandensein verschiedener Eiweißstoffe im Futter, die Verhältnisse für die Assimilation günstiger liegen und daher auch jeder einzelne Eiweißstoff besser verwertet wird. Hiermit harmoniert die praktische Erfahrung, daß ein Gemisch verschiedener Kraftfuttermittel oft einen besseren Effekt zeigt, als die entsprechend reichliche Zulage eines einzelnen. Jedenfalls muß man bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse zunächst die vegetabilischen Eiweißstoffe, soweit sie wirklich zur Verdauung und Resorption gelangen, sämtlich als gleichwertig ansehen.

b) Zuerst in den Spargelsprossen und in den Keimlingen der Samen von Hülsenfrüchten, dann auch in den Rübenwurzeln und Kartoffelknollen, endlich in allen grünen Pflanzen, besonders zur Zeit der Jugend und in den noch lebhaft wachsenden Teilen derselben, hat man oft große Mengen von allerlei stickstoffhaltigen Substanzen gefunden, welche nicht Eiweißstoffe sind, sondern als Zersetzungsprodukte der letzteren oder auch als Umwandlungsstufen der auf-

genommenen Stickstoffnahrung, als in der Entstehung begriffene Eiweißkörper betrachtet werden müssen. Die betreffenden Stoffe sind Säureamide und Amidosäuren, zuweilen auch Peptone, sowie stickstoffhaltige Glykoside und Alkaloide.

Von diesen Stoffen kommen die Peptone als Bestandteile der Futtermittel wenig in Betracht; sie finden sich anscheinend nur in den Keimlingen der Samenkörner, z. B. den Malzkeimen und auch hier in sehr geringer Menge. Die grünen Pflanzen, selbst zarte Schosse und Triebe derselben enthalten nach Untersuchungen von Kellner in Hohenheim kaum Spuren davon. Außerdem sind die Peptone bezüglich ihrer Zusammensetzung und in ihrem Verhalten im tierischen Organismus, wie sie bei der Verdauung im Magen fortwährend aus den Eiweißstoffen sich bilden, den letzteren so ähnlich, daß beiderlei Stoffe hier fehlerlos zusammengefaßt werden können. Man ermittelt daher gewöhnlich den Stickstoff im eigentlichen Eiweiß und in den etwa vorhandenen Peptonen zusammen als Ganzes, gegenüber dem Stickstoff, welcher in nicht eiweißartigen Verbindungen vorkommt.

Auch die Alkaloide finden sich nur ausnahmsweise in Pflanzen, welche als Futtermittel in der Landwirtschaft benutzt werden, in bemerkenswerter Menge; selbst in den Samen der Lupine beträgt der Stickstoff in dieser Verbindungsform (als Lupinin) kaum 2—3 % von dem Gesamtstickstoff, und ähnlich mag das Verhältnis in der grünen Lupinenpflanze sein. In größerer Menge sind stickstoffhaltige Glykoside (Amygdalin, Solanin ꝛc.) in manchen Pflanzen, besonders in den Samenkörnern verschiedener Hülsenfrüchte und Ölfrüchte vorhanden. Jedoch wissen wir über das Vorkommen und die Beschaffenheit dieser Stoffe noch zu wenig, als daß man darauf auch nur qualitativ bei der Beurteilung der Futtermittel Rücksicht nehmen könnte. Vorläufig läßt sich nur zwischen Eiweißstickstoff und Nichteiweißstickstoff unterscheiden, welcher letztere oft auch Amidstickstoff genannt wird, weil derselbe vorherrschend in den Säureamiden und Amidosäuren enthalten ist, in den krystallisierbaren organischen Substanzen, welche man zusammen als Amidverbindungen oder Amidkörper bezeichnet. Als solche hat man bisher hauptsächlich Asparagin und Glutamin (in den Zucker- und Runkelrüben außerdem Betaïn), sowie geringe Mengen von Leucin und Tyrosin gefunden, wozu noch Farbstoffe (Chlorophyll, Indigo ꝛc.) und andere noch nicht näher untersuchte stickstoffhaltige Körper hinzukommen.

Die Amidverbindungen sind teils reicher, teils ärmer an Stickstoff als die Proteïnkörper. Das Asparagin enthält im krystallisierten Zustande 18,66 % (wasserfrei 21,2 %) Stickstoff, das Glutamin

17,07 % (wasserfrei 19,2 %), dagegen das Betaïn 11,96 %, das Leucin 10,68 und das Tyrosin nur 7,73; weitere sehr stickstoffreiche Amidstoffe, wie das Vernin (24,8 %) und die Xanthinkörper (36,8 bis 46,4 %) sind nur in geringer Menge zugegen, so daß der Stickstoff darin nach E. Schulze kaum mehr als 0,1—0,2 % der Trockensubstanz eines Futtermittels ausmacht. Die Amidverbindungen von mittlerem Stickstoffgehalt, zunächst Asparagin und Glutamin, sind durchaus vorherrschend und man kann daher in den gewöhnlichen Futterarten für die gesamten nicht eiweißartigen organischen Stickstoffverbindungen wohl einen Durchschnittsgehalt von etwa 18 % annehmen.*)

Es ist bekannt, daß die Amidverbindungen im Pflanzenreiche nicht allein als Zerfallprodukte des Eiweißes auftreten, sondern bei Gegenwart von stickstofffreien Körpern, namentlich von Kohlehydraten, fortwährend auch eine Umwandlung in Eiweißsubstanz erleiden, daß sie gerade hauptsächlich als die Vorstufen für die Bildung der letzteren zu betrachten sind. Dagegen sind wir über das Verhalten jener Körper im tierischen Organismus noch nicht hinreichend aufgeklärt; wir wissen nur, daß sie hier vielfach bei der Zerstörung von Eiweiß entstehen, als Zwischenstufen zwischen diesem und dem schließlich aus dem Tierkörper ausgeschiedenen Harnstoff vorkommen, aber wir wissen nicht, ob vielleicht unter geeigneten Umständen auch wiederum rückwärts eine Umwandlung in Eiweißsubstanz stattfinden kann. Man hat jedoch in einigen neueren, namentlich in Proskau von Weiske, Kennepohl und B. Schulze, später auch von Gabriel ausgeführten Versuchen mit Hammeln, Kaninchen und Gänsen beobachtet, daß das Asparagin unter Umständen Eiweiß ersparend, und den Ansatz desselben befördernd wirken, auch die durch reichliche Beigabe von Kohlehydraten oder überhaupt von stickstoffarmen Futtermitteln veranlaßte Verdauungsdepression des Rauhfutterproteïns, ähnlich wie das Eiweiß, wieder aufheben kann. Ferner äußerte das Asparagin bei der Milchproduktion von Schafen und Ziegen insofern einen günstigen Einfluß, als keine oder doch nur eine unerhebliche Verminderung der Milchmenge eintrat, obgleich die Hälfte des vorher und nachher im Futter verabreichten Eiweißquantums durch Asparagin ersetzt war. Ebenso beobachteten Schrodt und Hansen in Kiel, daß bei Kühen das Futtereiweiß bis zu einer gewissen Grenze durch Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur (in Runkelrüben und Malzkeimen) ersetzt werden kann, ohne daß Qualität und Quantität der Milch dadurch

*) Über den Gehalt der wichtigeren Futtermittel an Stickstoff im Eiweiß und Nichteiweiß s. Tabelle III im Anhang.

wesentlich geschädigt werden. Bezüglich der eiweißersparenden Wirkung des Asparagins gelangten freilich J. Munk und C. Voit, weiterhin auch Politis und Mauthner in Versuchen, teils mit Ratten, teils mit Hunden, zu Resultaten, welche mit den von Weiske erhaltenen nicht ganz übereinstimmten; desgleichen Zuntz und Hagemann. Hiernach hat sich eine sehr interessante Verschiedenheit in dem Verhalten der Amidstoffe bei der Ernährung des Pflanzenfressers, insonderheit der Wiederkäuer, gegenüber den Fleischfressern herausgestellt. Zuntz glaubt die Ursache in der abweichenden Gestaltung der Vorgänge bei der Verdauung bei beiden Tierklassen suchen zu müssen. In dem voluminösen Verdauungsapparat der Wiederkäuer finden sehr erheblich stärkere Gärungen statt und die dieselben verursachenden Organismen können wohl auf Kosten vorhandener leicht löslicher Amidverbindungen leben. Sind letztere nicht vorhanden, so greifen die Mikroben die Eiweißstoffe an, die in ersterem Fall eben für die Resorption und die Ernährung des Körpers erhalten blieben. Diese im vollen Sinne eiweißsparende Wirkung müßte hiernach je nach dem Verhältnis, in welchem die verschiedenen Nährstoffe (Eiweiß, Kohlehydrate, Amide ꝛc.) im Futter vorkommen, früher oder später eine Grenze haben und ist dies in der That durch neuere Versuche mit Schafen von Hagemann und Kellner bestätigt worden. Nach Hagemann darf der Amidstickstoff nicht über ein Viertel des gesamten verdaulichen Stickstoffs der Nahrung ausmachen.

Nimmt man an, daß die Wirkung der Amide beim Pflanzenfresser durch die Zuntz'sche Hypothese wirklich vollständig erklärt würde, so ergäbe sich daraus einmal die Wichtigkeit der Beachtung ihres Vorkommens in den Futtermitteln, dann aber auch, daß sie gerechtfertigt nur in die Gruppe der verdaulichen stickstoffhaltigen Nährstoffe bei den Futterberechnungen eingereiht werden können. Der Fehler, der prinzipiell bei der Gruppenbildung aus verschiedenen Stoffen gemacht wird, ist jedenfalls dann erheblich kleiner, als wenn die Amidstoffe, da die Kohlehydrate auch eiweißsparend — aber in ganz anderem Sinne — wirken können, den letzteren zugerechnet würden.

Berechnet man, wie bisher, die Amide aus dem Stickstoff des „Nichteiweißes" durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25, so dürfte auch dies zweckmäßig beibehalten werden können, im Hinblick darauf, daß dadurch die hiernach ermittelte Menge an organischer stickstoffhaltiger Substanz in ihrem Energiegehalt dem durchschnittlichen Energiegehalt der Eiweißstoffe wenigstens etwas näher gebracht wird.

2. Unter Rohfaser versteht man diejenige Substanz, welche nach Behandlung der Futtermittel mit verdünnter Schwefelsäure, Kalilauge 2c. zurückbleibt, und man bringt dieselbe nach Abzug der darin noch vorhandenen meist kleinen Mengen von Asche und Eiweißsubstanz (Stickstoff × 6,25), also im asche- und proteïnfreien Zustande in Rechnung. Aber auch so ist die Rohfaser keineswegs ein einziger Stoff, sondern im wesentlichen ein Gemenge von Zellstoff oder Cellulose von verschiedener Beschaffenheit, untermengt mit sog. Hemicellulosen und Pentosanen von der Formel $(C_5 H_{10} O_5)^n$ und mit mehr oder weniger „inkrustierender Substanz“ oder Lignin. Die reine Cellulose hat genau dieselbe prozentige Zusammensetzung wie das Stärkemehl und enthält also 44,4 % Kohlenstoff, während der Kohlenstoffgehalt des Lignins ein weit höherer ist, durchschnittlich etwa 55 % beträgt, im einzelnen jedoch sehr schwankend von 52 bis 59 %. Die aus verschiedenen Futtermitteln nach der bisher gebräuchlichen Methode abgeschiedene Rohfaser hat eine ungleiche Zusammensetzung; der Kohlenstoffgehalt der Rohfaser, welche man z. B. aus Wiesenheu und dem Stroh der Halmfrüchte darstellte, war gleich 46 bis 47 %, dagegen findet man in der Rohfaser aus Kleeheu und dem Stroh der Hülsenfrüchte 48 bis 49 % Kohlenstoff, — die letztere Art der Rohfaser ist reicher an Lignin als die erstere.

3. Noch bedenklicher verhält es sich mit dem Rohfett, welches alles umfaßt, was aus der Trockensubstanz des Futtermittels mit gewöhnlichem Äther sich ausziehen läßt. Zwar kann man den Ätherextrakt der meisten Körner uud Körnerabfälle als ziemlich reines Fett ansehen, aber bei allen Rauh- und Grünfutterarten liefert derselbe ein Gemenge der verschiedensten Stoffe, unter welchen neben dem eigentlichen Fett auch allerlei wachs- und harzartige Substanzen und namentlich Blattgrün oder Chlorophyll in wechselnder Menge vorkommen, Stoffe, die im Ernährungsprozeß eine sehr verschiedene Bedeutung haben, zum Teil sogar ganz unverdaulich sind. Glücklicherweise spielt das Fett bei der Ernährung der Pflanzenfresser keine so wichtige Rolle, wie im Futter der Fleischfresser, und es ist auch in fast allen Grün- und Rauhfutterarten der Gehalt an Rohfett ein ziemlich niedriger, wechselnd etwa zwischen 1 und 3 % der Trockensubstanz.

4. Als stickstofffreie Extraktstoffe bezeichnet man alles, was nach Abzug des direkt bestimmten oder berechneten Rohproteïns, Rohfettes, der Rohfaser und Reinasche von der Trockensubstanz des Futters noch übrig bleibt; die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe wird also durch eine einfache Differenzrechnung gefunden. Dieselben sind in allen Körnern und Wurzelarten ziemlich einfacher Natur

und bestehen der Hauptsache nach aus Stärkemehl oder Zucker und sog. Pektinstoffen, zuweilen auch aus Pflanzenschleim, welcher eine dem Stärkemehl analoge Zusammensetzung hat und auch wohl etwa gleiche Nährwirkung ausübt. Hierzu kommen aber besonders in den Grün- und Rauhfutterarten wechselnde Mengen von gummiartigen Substanzen und namentlich die oben erwähnten inkrustierenden Stoffe (Lignin), welche letztere bei der Behandlung der Futtermittel mit sauren und alkalischen Flüssigkeiten teilweise sich auflösen, aber gleichwohl, wie es scheint, im Verdauungskanal nicht zur Resorption gelangen, also zur Nährwirkung des Futters nicht beitragen. Dagegen werden wir später sehen, daß alles, was von den stickstofffreien organischen Bestandteilen der Grün- und Rauhfutterarten wirklich resorbiert wird, mit Ausnahme des Fettes, ziemlich genau die prozentige Zusammensetzung des Stärkemehls hat, und daß man daher auch im allgemeinen die stickstofffreien Nährstoffe des Futters als Kohlehydrate betrachten kann, welche in ihrer Gesamtheit mit dem verdaulichen Eiweiß das Nährstoffverhältnis in dem betreffenden Futter bedingen und herstellen. Die meist geringen Mengen von organischen Säuren äußern hierauf keinen wesentlich störenden Einfluß.

5. Was endlich die Aschenbestandteile betrifft, so ist nur zu erwähnen, daß die Gesamtmenge derselben in den Analysen der Futtermittel als Reinasche aufgeführt wird, d. h. nachdem man von der „Rohasche" die darin etwa vorhandenen kohligen und sandigen Beimengungen und außerdem die Kohlensäure in Abzug gebracht hat. Die letztere nämlich wird erst bei der Verbrennung der organischen Substanz gebildet und ihre Menge ist oft auch eine sehr verschiedene, je nach der Temperatur, bei welcher die Asche dargestellt worden ist, namentlich wenn verhältnismäßig viel Phosphorsäure oder Kieselsäure vorhanden ist; man hat daher die Kohlensäure nicht als wesentlichen Bestandteil der Pflanzenasche, zunächst der hier in Betracht kommenden Futtermittel anzusehen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die Methode der Futteranalyse, sowie unsere Kenntnis von der eigentlichen Natur und den Mengenverhältnissen verschiedener Futterbestandteile allerdings noch vieles zu wünschen übrig läßt. Man darf aber deshalb nicht die Resultate geringschätzen, welche mit dem bisher vorhandenen Mitteln schon erreicht sind. Wohl liegen bereits eine Reihe beachtenswerter Verbesserungsvorschläge von König u. a. vor, die hauptsächlich dahin gehen, die Rohfaserbestimmung zu verbessern, da in letzterer bei der bisherigen Methode eine Reihe von Stoffen, besonders Pentosane, zum Teil zurückbleiben, zum Teil gelöst und daher als stickstofffreie Extraktstoffe in Rechnung gestellt werden. Eine Haupt-

schwierigkeit, solche Verbesserungen zu verwerten, liegt aber darin, daß das große durch die früheren Forschungen ermittelte Material über die Ausnutzung der Futterstoffe eben mit den älteren Analysen in Beziehung gesetzt ist und es daher erst sehr zahlreicher Untersuchungen nach neuer Methode bedürfen wird, ehe auf Grund derselben eine Änderung der Futtermitteltabellen vorgenommen werden kann.

Die Verdaulichkeit des Futters.

Um die Verdaulichkeit des Futters zu ermitteln, wird in den betreffenden Versuchen der Darmkot des Tieres vollständig gesammelt und genau nach denselben Methoden, wie das Futter, der chemischen Analyse unterworfen; die gefundene Differenz zwischen Futter und Kot ergiebt im ganzen wie im einzelnen die Menge der verdauten oder der aus dem Verdauungskanal resorbierten, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergegangenen Stoffe. Es ist selbstverständlich, daß man bei der Abwägung und Verabreichung des Futters, sowie bei dem Ansammeln des Kotes und bei der Aufnahme und Vorbereitung der zur chemischen Analyse geeigneten Mittelproben die größte Vorsicht zu beobachten hat. In der That hat man in dieser Hinsicht, zum Teil mit Hilfe von allerlei Apparaten, Stalleinrichtungen und sonstigen Vorkehrungen bei den „Ausnutzungs- oder Verdauungsversuchen“ eine große Genauigkeit erreicht, wie aus den Resultaten von gegenseitig sich kontrollierenden Versuchen deutlich hervorgeht, und zwar um so mehr, wenn auch die Art der Versuchstiere hierauf einen günstigen Einfluß ausübt, die genaue Ausführung der Versuche erleichtert. Letzteres ist im allgemeinen bei kleineren Tieren der Fall, namentlich bei Hammeln, welche ein festes Anschnallen von „Kotbeuteln“ gestatten und so also den Kot bis auf ganz geringe Spuren in beliebig langen Zeiträumen leicht auffangen lassen.

Bei wiederkäuenden Tieren ist der Verlauf des Verdauungsprozesses ein verhältnismäßig langsamer; man weiß aus mehrfachen und auf verschiedene Weise mit gleichem Resultat angestellten Beobachtungen, daß nach einer plötzlichen Futterveränderung die letzten unverdauten Reste des früheren Futters erst in etwa fünf Tagen vollständig mit dem Kot ausgeschieden sind. Hiernach muß man also eine Periode der Vorfütterung einhalten, welche der Sicherheit wegen wenigstens auf sieben Tage auszudehnen ist, bevor man den aufgesammelten Kot als dem verabreichten und in seiner Verdaulichkeit zu prüfenden Futter völlig entsprechend ansehen und daraus eine brauchbare Mittelprobe zur chemischen Analyse entnehmen kann. Es

ist diese Vorfütterung um so wichtiger, als das Futter im Körper der Wiederkäuer einer weit innigeren Mischung unterliegt, als im Körper des Hundes und auch des Menschen, bei welchen Versuchsobjekten man den von der früheren Nahrung herrührenden Kot oft schon durch das Aussehen desselben oder auf andere Weise zu unterscheiden und scharf abzutrennen im stande ist. Die Pferde und die Schweine sind freilich rascher verdauende Tiere, als die Wiederkäuer, aber auch bei diesen wird in den betreffenden Versuchen immer eine ähnlich lange Vorfütterung eingehalten; bei den Pferden bedürfen die Nahrungsmittel zur Durchwanderung des Verdauungskanales und zur völligen Ausscheidung der letzten unverdauten Reste nach Ellenberger und Hofmeister gewöhnlich vier Tage.

Die Differenz zwischen Futter und Kot entspricht mindestens der Menge der verdauten und resorbierten Substanz. Das Gewicht der Trockensubstanz des Kotes wird nämlich durch die Beimischung gewisser Stoffwechselprodukte, welche zum Teil von der in den Darmkanal sich ergießenden Galle herrühren, etwas vergrößert. Über die im Kot vorhandenen Stoffe dieser Art und über die Menge des Stickstoffs darin erhält man in der Weise einige Aufklärung, daß man in dem Äther- und Alkoholextrakt des Kotes den Stickstoff und außerdem in dem wässerigen Auszug den in organischer Verbindung vorhandenen Schwefel quantitativ ermittelt. Die Bestandteile der Galle sind nämlich großenteils in Äther oder in Alkohol auflöslich und von den darin nicht löslichen Gallenstoffen kommt nur das „Taurin“ in Betracht, welches sich in Wasser löst und durch einen sehr großen Gehalt an Schwefel (25,6 %) ausgezeichnet ist, während die Menge des Stickstoffs 11,2 % beträgt. Auf solche Weise läßt sich also die Stickstoffmenge auffinden, welche möglicherweise und höchstens von den dem Kot beigemischten Gallenbestandteilen herrühren kann. Bei einigen in Weende von E. Schulze und Märcker ausgeführten Untersuchungen ergab sich, daß dieser Stickstoff bei Fütterung von Hammeln ausschließlich mit Wiesenheu, etwa 4 % des im Kot enthaltenen Gesamtstickstoffes und noch nicht 2 % des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs ausmachte, also auf die aus den Versuchen direkt bezüglich der Eiweißsubstanz sich ergebenden Verdaulichkeitsverhältnisse nicht sehr störend einwirken konnte. Im Kot der Schweine, welche meist sehr leicht verdauliche Futtermittel verzehren und daher überhaupt nur wenig an Trockensubstanz durch den Darm ausscheiden, ist die Menge der Gallenbestandteile prozentig oft eine größere, und der denselben entsprechende Stickstoff beträgt, nach Beobachtungen in Hohenheim und in Kuschen, manchmal $1/5$ oder $1/4$ des Gesamtstickstoffes im Kot, aber bei normaler Fütterungs-

weise auch nur 3 bis höchstens 6 % von dem Gewicht des Futterstickstoffes.

Es können die erwähnten Stoffwechselprodukte bezüglich der Feststellung der Verdaulichkeit des Futtereiweißes nur dann wesentlich störend einwirken, wenn das Gesamtfutter ein ungewöhnlich stickstoffarmes war, z. B. vorherrschend vielleicht aus Stroh, Kartoffeln 2c. bestand. Man hat aber außer den dem Kot beigemischten Gallenbestandteilen noch zu beachten, daß die Kotballen der Tiere mit Schleimstoffen (Mucin 2c.) imprägniert sind, die ebenfalls zu den Stoffwechselprodukten gehören und in welchen der Stickstoff nach Beobachtungen an Hammeln von O. Kellner auf 100 Teile Kottrockensubstanz etwa 0,36 Teile beträgt, also insbesondere bei stickstoffarmer Fütterung auf die Gestaltung der aus der Differenz von Futter und Kot berechneten „Verdauungskoëffizienten“ für Eiweiß schon einen beträchtlichen Einfluß ausüben muß. Indes sind gleichwohl die ohne Berücksichtigung der mit dem Kot ausgeschiedenen Endprodukte des Stoffwechsels ermittelten Verdauungszahlen für die Berechnung des Nährstoffbedarfs der Tiere (Fütterungsnormen) brauchbar, da jene Stoffe doch auch dem Körper der letzteren entzogen sind und als Ersatz dafür entsprechendes Material in der täglichen Nahrung zugeführt werden muß.

Noch weniger genau als für das Eiweiß sind die aus den bisherigen Fütterungsversuchen sich ergebenden Verdauungs-Koëffizienten für die im Futter enthaltene Fettsubstanz. Bei dem meist nur geringen Gehalt des Futters der landwirtschaftlichen Nutztiere an Fett müssen die dem Kot beigemischten, in Äther auflöslichen Gallenbestandteile oft sehr störend auf die genaue Feststellung der Verdaulichkeitsverhältnisse des Futterfettes einwirken, und wiederum um so mehr, je ärmer das verabreichte Gesamtfutter an Rohfett ist. Bei einigen in Hohenheim mit Schweinen ausgeführten Versuchen, in welchen die Tiere ausschließlich mit Kartoffeln gefüttert wurden, war daher auch die absolute Menge des Fettes (Ätherextrakt) im Kot anscheinend eine beträchtlich größere als im aufgenommenen Futter, pro Kopf und Tag 9,2 und 11,0 g im Kot gegenüber von nur 4,1 und 4,7 g im Futter. Gleichwohl liefern die Verdauungsversuche für das Fett, wenn auch keineswegs absolut richtige, so doch einigermaßen vergleichbare Resultate und sind daher für die Beurteilung der verschiedenen Futtermittel von Interesse.

Wir betrachten zunächst die allgemeinen Verdauungsverhältnisse des Grün- und Rauhfutters, wie sie bei ausschließlicher Verfütterung desselben sich gestalten. Es wird genügen, hier nur die wichtigeren Resultate der in dieser Richtung bisher aus-

geführten Fütterungsversuche anzudeuten, wie sie im wesentlichen schon in den grundlegenden Versuchen von Henneberg und Stohmann auf der Versuchsstation in Weende erzielt worden sind.

1. Von der Rohfaser wird immer eine gewisse, je nach der Beschaffenheit des Futters und nach sonstigen Umständen sehr verschiedene Menge verdaut (von etwa 30 % an bis zuweilen über 70 % der Gesamtmenge), erscheint wenigstens nicht wiederum im Kot der Tiere. Bei den Wiederkäuern ist das Verdauungsvermögen für die Rohfaser ein besonders großes, ein größeres namentlich als bei den Pferden (s. unten); die Schweine scheinen, ähnlich wie der Fleischfresser und der Mensch, nur die ganz zarte Rohfaser einigermaßen zu verdauen, wie sie in den Wurzelfrüchten und dem jungen, saftigen Grünfutter enthalten ist. Der verdaute oder im Verdauungskanal gelöste Anteil der Rohfaser hat beinahe die Zusammensetzung reiner Cellulose (44,4 % Kohlenstoff). Man hat dieses auf die Weise ermitteln können, daß man die nach gleicher Methode bestimmte Futter- und Kotrohfaser der Elementaranalyse unterwarf und sodann unter Beachtung der beiderseitigen absoluten Mengen den aus der Differenz gefundenen verdauten Anteil der Futterrohfaser wiederum auf die prozentige Zusammensetzung berechnete. Es ist jedoch nach Beobachtungen von Tappeiner bezweifelt worden, ob man der verdauten Cellulose einen ihrer Zusammensetzung entsprechenden Nährwert beilegen darf; es wird nämlich im Pansen und im Dickdarm der Wiederkäuer (bei dem Pferd im Blind- und Grimmdarm) durch den Einfluß von Bakterien und sonstigen Mikroorganismen Cellulose gelöst, durch Gärung zersetzt und dabei der größere Teil in flüchtige Fettsäuren (hauptsächlich Essigsäure, außerdem Buttersäure, Propionsäure &c.) verwandelt, während der kleinere Teil gasförmig (in Form von Kohlensäure und Sumpfgas) entweicht. Von 100 Teilen der durch Gärung zersetzten Cellulose erscheinen nach einer Berechnung von Henneberg etwa 60 Teile als flüchtige Fettsäuren wieder, deren Nährwert nach den Beobachtungen von Weiske und Flechsig insofern ein geringerer ist, als z. B. die Essigsäure nicht wie die Kohlehydrate und auch die Milchsäure eine eiweißsparende Wirkung äußert, den Fleischansatz am Körper nicht vermehrt. Dieser Grund, den Nährwert der verdauten Rohfaser geringer zu schätzen, hat sich jedoch beinahe vollständig als hinfällig erwiesen. Bereits durch ältere Versuche von Grouven und Hofmeister war bewiesen, daß die leichter verdaulichen Kohlehydrate die Lösung der Rohfaser im Darm erheblich beeinträchtigen. Dies kann nur dadurch erklärt werden, daß die Bakterien das leichter lösliche Kohlehydrat, so lange es in ihrem Bereich bleibt und nicht resorbiert wurde, eher zur

eigenen Ernährung mit Beschlag belegen, als die schwerer löslichen verwandten Bestandteile der Zellwandungen und damit erstere in ähnlicher Weise zersetzen müssen. G. Kühn lieferte nun bei Respirationsversuchen mit Ochsen den Beweis, daß die Kohlehydrate der Nahrung nicht nur in gleicher Weise einer Methangärung unterliegen, sondern, daß prozentisch von ihnen beinahe ebensoviel als von der Rohfaser diese Zersetzung erleidet. Kellner berechnet unter Veranschlagung einer Reihe die Versuchsanstellung betreffenden Umstände, daß als Methan-Kohlenstoff ausgeschieden wurden:

vom Kohlenst. verdauter Stärke		6,7 %
„ „ „ Rohf. v. Kleeheu u. Haferstr.	10,3—13 % im Mittel	11,4 „
„ „ „ „ „ Wiesenheu . .	6,8—11,8 „ „ „	8,7 „

Bei Gegenwart von viel Eiweiß ist die Cellulosegärung verstärkt, wie Versuche an Ziegen und Hammeln mit stickstoffreicher, namentlich mit Lupinen-Fütterung bestätigen. In Versuchen, welche in Hohenheim mit Pferden ausgeführt worden sind, hat sich anscheinend ergeben, daß die nach der Differenz von Futter und Kot verdaute Rohfaser (Cellulose) für die Kraftproduktion oder Arbeitsleistung dieses Tieres wertlos ist; wenigstens gelangt man in den betreffenden Versuchen zu übereinstimmenden Resultaten, wenn man von der Gesamtmenge der verdauten organischen Substanz die Rohfaser in Abzug bringt, den Rest aber alsdann im Rauh- und Kraftfutter als gleichwertig annimmt (s. Fütterung des Pferdes). Es haben aber Zuntz und C. Lehmann in Berlin bei exakten Versuchen mit dem Pferd nachgewiesen, daß die Kauarbeit, sowie die ganze Verdauungsarbeit bei diesem Tier oft einen bedeutenden Teil von der Nährkraft des verzehrten Futters in Anspruch nimmt; beim Kauen wurden 11,2 % des gesamten Energievorrates im Heu, dagegen nur 2,8 % von dem des Hafers verbraucht und die Vorgänge im Magen und Darmkanal bedingen noch weitere Steigerungen des Verbrauches, je nach der größeren oder geringeren Leichtverdaulichkeit des Futters, so daß sich hierdurch der geringere Nährwert der rohfaserreichen Rationen wesentlich erklären läßt. In späteren Versuchen hat Magnus-Levy wiederholt eine Steigerung des Gaswechsels um 10—15 % durch die Verdauungsarbeit nach Nahrungsaufnahme nachgewiesen und zwar am Hund durch schwerverdauliches Knochenfutter eine weit größere Steigerung als nach Fütterung mit Fleisch. Fr. Lehmann in Göttingen fand in Versuchen mit Hammeln, entgegen den Beobachtungen von Weiske u. a., daß die verdaute Rohfaser in nicht unbedeutendem Grade eine eiweißersparende Wirkung äußert (im Verhältnis zu den stickstofffreien Extraktstoffen, also Stärke ꝛc. = 61 : 100), während in weiteren, ge-

meinschaftlich mit Vogel ausgeführten Versuchen sich ergab, daß für die Zunahme des Lebendgewichtes bei der Mästung der Tiere das an Rohfaser relativ arme Futter, bei gleicher Menge der verdauten organischen Substanz, bedeutend besser wirkte, als das an Rohfaser reiche Futter (in dem Verhältnis von durchschnittlich = 100 : 77). Auch diese letztere Beobachtung läßt sich mindestens großenteils durch größere Verdauungsarbeit, die die rohfaserreichen Futtermittel machen, verstehen.

Faßt man alle bisher vorliegenden Ermittelungen über den Nährwert des verdauten Teils der Rohfaser zusammen, so erscheint der Schluß sicher, daß er geringer als der der Stärke zu schätzen ist. Die Minderwertigkeit wird allerdings eine erheblich verschiedene sein, je nach Härte der Futtermittel, Zartheit der Zellwandungen, Menge der sog. inkrustierenden Substanzen 2c. Es ist jedoch sehr schwer, diese Verschiedenheit richtig zu veranschlagen, so daß man für die Praxis der Fütterung wohl nicht unzweckmäßig alle verdaute Rohfaser mit dem halben Wert in Rechnung stellt.

2. Während von der Rohfaser, zunächst im Körper der wiederkäuenden Tiere, immer ein Teil zur Verdauung gelangt, bleibt dagegen von den sog. stickstofffreien Extraktstoffen ein Teil unverdaut oder wird aus dem Verdauungskanal nicht resorbiert, sondern mit dem Darmkot ausgeschieden. Es ist nun bemerkenswert, daß zwischen dem anscheinend verdauten Anteil der Rohfaser und dem unverdauten Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe, zunächst bei den wiederkäuenden Tieren eine Kompensation stattfindet, daß nämlich die betreffenden Mengen der beiderlei Stoffe ziemlich gleich sind und also die im Futter durch die chemische Analyse direkt ermittelte Gesamtmenge der stickstofffreien Extraktstoffe einen Maßstab abgiebt für die Verdaulichkeit der stickstofffreien Bestandteile des Futters überhaupt (Rohfaser und Extraktstoffe zusammengenommen). Die erwähnte Kompensation ist aber nur im allgemeinen und durchschnittlich vorhanden; im einzelnen kommen nicht selten beträchtliche Abweichungen vor, so daß die Menge der wirklich verdauten Substanz zuweilen 120 % von den analytisch ermittelten Extraktstoffen des Futters und mehr beträgt, zuweilen aber auch bis auf 80 % oder noch tiefer herabsinkt. Dieses wechselnde Verhalten steht bei einer und derselben Grün- oder Rauhfutterart im Zusammenhang mit der prozentigen Verdauung der vorhandenen Rohfaser oder ist bedingt durch die Vegetationsperiode, in welcher das betreffende Futter geschnitten und geerntet wurde. Je jünger und zarter das Futter ist, desto geringer ist gewöhnlich der prozentige Gehalt der Trockensubstanz an Rohfaser, desto leichter verdaulich

ist die letztere und desto größer ist die Gesamtmenge der von den Tieren verdauten stickstofffreien Futterbestandteile gegenüber der bei der Analyse des Futtermittels gefundenen Menge der Extraktstoffe. Dies ergab sich z. B. bei einigen in Hohenheim mit Hammeln ausgeführten Versuchen, in welchen die Tiere Grünklee aus vier verschiedenen Vegetationsperioden verzehrten (Nr. 3 war Grünklee in voller Blüte). Bezeichnet man das prozentige Verhältnis der verdauten stickstofffreien Futterbestandteile zu den bei direkter Analyse des Futters gefundenen stickstofffreien Extraktstoffen mit (a) und die prozentige Verdauung der Futterrohfaser allein mit (b), so erhält man folgende Zahlenreihen:

	1.	2.	3.	4.
(a)	111,9	105,5	101,8	88,5
(b)	60,0	53,0	49,6	38,8

Zugleich ersieht man aus diesen, wie aus anderen damit übereinstimmenden Versuchsergebnissen, daß die anscheinende Verdaulichkeit der Rohfaser verhältnismäßig rascher sich vermindert, als die der stickstofffreien Futterbestandteile überhaupt, wie besonders deutlich zu erkennen ist, wenn man in beiden Reihen die erste Zahl = 100 setzt und darauf die betreffenden anderen Zahlen berechnet, nämlich:

(a)	100	94	91	79
(b)	100	88	82	65

Es findet daher die Kompensation zwischen der verdauten Rohfaser und den unverdaut bleibenden stickstofffreien Extraktstoffen allerdings bei mittlerer Beschaffenheit des Futtermittels statt, aber sie wird beeinflußt durch die größere oder geringere Verdaulichkeit der darin enthaltenen Rohfaser.

3. Ebenso wie der verdaute Anteil der Rohfaser, so hat auch der wirklich verdaute und resorbierte Anteil der stickstofffreien Extraktstoffe eine dem Stärkemehl nahezu gleiche Zusammensetzung. Man kann im großen und ganzen alles, was außer dem Fett und den meist nur in geringer Menge vorkommenden organischen Säuren an stickstofffreiem Nährstoff im Futter der Pflanzenfresser enthalten ist, als Kohlehydrat betrachten, welches ähnliche Wirkungen im Ernährungsprozeß des Tierkörpers ausüben muß, wie solche zunächst durch Versuche am Fleischfresser mit Stärkemehl und Zucker ermittelt und im ersten Teil dieser Ausarbeitung erörtert worden sind.

4. Dasjenige, was von den stickstofffreien Extraktstoffen unverdaut bleibt, ist ein Gemenge von verschiedenen kohlenstoffreichen Substanzen und hat als Ganzes eine ähnliche prozentige Zusammensetzung wie das sog. Lignin (mit 55 bis 56 % Kohlenstoff, gegen-

über von 44,4 % in dem Stärkemehl und in der Cellulose). Es ist also für das Verhalten im Verdauungsprozeß gleichgiltig, ob das Lignin in den bei der chemischen Analyse des Futtermittels in Anwendung kommenden sauren und alkalischen Flüssigkeiten sich auflöst oder mit der Cellulose gemischt in der Rohfaser als „inkrustierende Substanz“ zurückbleibt.

5. Da das Rohfett oder der Ätherextrakt des Rauhfutters ein Gemenge ist von sehr verschiedenen, mehr oder weniger verdaulichen Substanzen, wurde schon oben (S. 77) hervorgehoben. Das Chlorophyll, also der in Äther lösliche grüne Farbstoff der Pflanze, scheint so gut wie ganz unverdaulich zu sein, und die wachsartigen Stoffe werden sich wohl ähnlich verhalten. Es ist daher natürlich, daß die Verdaulichkeit der Gesamtmenge des Rohfettes eine sehr verschiedene sein wird, je nach der Art des Futters und je nach der Beschaffenheit eines und desselben Futtermittels. Immer aber ist diese Verdaulichkeit bei jüngeren und zarteren Pflanzen eine größere als bei älteren, und ebenfalls ist zu beachten, daß von dem Rohfett des Kleeheues und des Strohes der Hülsenfrüchte im allgemeinen mehr (gewöhnlich 50 bis 60 % der Gesamtmenge) verdaut wird, als von dem im Wiesenheu und im Stroh der Halmfrüchte enthaltenen Rohfett, von welchem anscheinend nur 30 bis 50 % zur Verdauung gelangen.

6. Das Rohproteïn ist hinsichtlich seiner Verdaulichkeit in den verschiedenen Rauhfutterarten und in den verschiedenen Zuständen eines und desselben Futtermittels fast noch größeren Schwankungen unterworfen, als irgend ein anderer Futterbestandteil; von der Gesamtmenge des Rohproteïns im Klee- und Wiesenheu z. B. werden, je nach den Umständen von 35 bis zu 80 % verdaut. Gewöhnlich gelangt das Rohproteïn um so leichter und vollständiger zur Verdauung, je größer der prozentige Gehalt des betreffenden Futtermittels an diesem Bestandteil ist, resp., was damit meist parallel geht, je jünger die Pflanze ist; indes äußert darauf auch die Menge und Beschaffenheit der vorhandenen Rohfaser einen Einfluß. Aus direkten Versuchen am Tier wissen wir, daß im Wiesenheu mittlerer Güte das Rohproteïn ziemlich gleich verdaulich ist wie im Kleeheu mittlerer Güte, daß dagegen im Stroh der Sommerhalmfrüchte und mehr noch im Stroh der Winterhalmfrüchte das darin enthaltene Rohproteïn weniger vollständig zur Verdauung gelangt, während dieser Bestandteil im Stroh der Hülsenfrüchte durchschnittlich wiederum leichter verdaulich ist, als im Stroh der Halmfrüchte. Wir haben ferner Anhaltpunkte für die Beurteilung der Verdaulichkeit des Rohproteïns in den verschiedenen Zuständen der Rauhfutterarten

und bezüglich der einzelnen Tiergattungen, sowie auch Andeutungen sich geben lassen über das Verhalten des Rauhfutterproteïns unter dem Einfluß größerer oder geringerer Mengen von allerlei Beifutter. Ich werde hierauf bezügliche Versuchsresultate weiter unten mitteilen. Übrigens hat man in neuester Zeit die Vermutung ausgesprochen, daß ähnlich wie bei der Cellulosegärung (s. S. 82) auch durch Eiweißfäulnis im Darmkanal ein Nährstoffverlust stattfindet, und Tappeiner hat diesen Verlust aus der Menge des im Harn des Pferdes und der Wiederkäuer gefundenen Phenols (beziehungsweise Indol und Skatol) auf wenigstens 10 % des im Kote nicht wieder erscheinenden, also verdauten oder „ausgenützten" Futtereiweißes berechnet, wobei jedoch unsicher bleibt, ob das betreffende Phenol allein aus Eiweiß sich abspaltet, oder ob an dessen Bildung noch andere Stoffe bei der Gärung des kompliziert zusammengesetzten pflanzlichen Futters beteiligt sind. Die Gegenwart oder Beigabe größerer Mengen von leicht verdaulichen Kohlehydraten soll nach Hirschler's Untersuchungen die Eiweißfäulnis im Darm wesentlich vermindern.

Von Interesse ist es, daß man auch mittelst künstlicher Verdauung (nach Stutzer's Methode), durch geeignete Behandlung der Nahrungs- und Futtermittel mit saurem Magensaft oder Pepsinlösung (Extrakt von frischem Schweinemagen mit sehr verdünnter Salzsäure) über die Verdaulichkeit des Proteïns, über dessen verdaulichen und unverdaulichen Teil sich Auskunft verschaffen kann. Nachdem die Methode dahin verändert worden ist, daß man die Futtermittel zuerst mit saurer Pepsinlösung und sodann mit alkalischem Pankreasauszug behandelt, den betreffenden Kot der Tiere aber, und zwar im frischen, nicht vorher getrockneten Zustande, nur mit Pepsinlösung extrahiert, hat Pfeiffer in Göttingen bei künstlicher und natürlicher Verdauung, in einigen Versuchen mit Hammeln nahe übereinstimmende Resultate erhalten. Als Futter verabreichte man in 5 Einzelversuchen: 1. Wiesenheu allein, 2. Wiesenheu und Erdnußkuchen, 3. Wiesenheu, Erdnußkuchen und getrocknete Rübenschnitzel, 4. Luzerneheu allein; 5. Luzerneheu, Erdnußkuchen und Schnitzel. Es ergab sich, daß von dem Stickstoff oder Rohproteïn des Futters in Prozenten der Gesamtmenge unverdaut oder ungelöst blieben:

	1.	2.	3.	4.	5.
künstlich . .	20,57	14,41	13,22	10,83	10,69
im Tier . .	21,46	15,40	13,65	11,32	9,93

Ohne Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte im Kot, also wie gewöhnlich aus der Differenz von Futter und Kot berechnet, waren anscheinend

unverdaut .	35,69	24,65	25,05	23,71	20,41

Man erhält also ohne und mit Berücksichtigung der als Stoffwechselprodukte geltenden Stickstoffverbindungen im Kot sehr verschiedene, oft um das Doppelte verschiedene Zahlen für den unverdauten Anteil des Futterstickstoffes. Dieses Verhältnis ändert sich auch nicht wesentlich, wenn man die verbesserte G. Kühn'sche Methode anwendet, wobei die Futtermittel mit der doppelten Menge Pepsinlösung doppelt solange behandelt werden und wenn man begründeter Weise den durch künstliche Verdauung bestimmten Gehalt des Kotes an Stoffwechselprodukten in vielen Fällen für zu hoch ansieht. Wenn man die Resultate der künstlichen Verdauung bei Futterberechnungen benutzen wollte, so müßte man für die mit dem Kot ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte (s. S. 80), welche vom Körper des Tieres stammen und demselben von einem Tage zum anderen wiederum ersetzt werden müssen, ein Äquivalent an Futterstickstoff in Rechnung nehmen. Zu diesem Zweck ist zuerst von Kellner, auf Grund der Untersuchung von Futtermitteln, welche in Hohenheim vorher in Versuchen am Tier auf ihre Verdaulichkeit geprüft waren, vorgeschlagen worden, für die Stoffwechselprodukte im Kot einfach auf je 100 g der verdauten Trockensubstanz des Futters 0,4 g Stickstoff zu rechnen. Manche sind geneigt, diese Zahl ohne weiteres zu verallgemeinern und als überall giltig hinzustellen, obgleich schon bei den Versuchen in Hohenheim sehr beträchtliche Schwankungen sich zeigten, wie in später dort ausgeführten Versuchen bestätigt wurde und dasselbe war auch bei den Versuchen von Pfeiffer in Göttingen der Fall; man fand nämlich hier auf 100 g verdaute Trockensubstanz an Kotstickstoff pepsinlöslich:

	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel
g	0,505	0,455	0,445	0,720	0,450	0,515

Besonders auffallend ist die große Differenz von Nr. 1 und 4, also bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu und mit Luzerneheu. In einigen, ebenfalls von Pfeiffer in Göttingen ausgeführten Versuchen mit Schweinen ergab sich eine größere Übereinstimmung mit der Zahl 0,4 g, indem die Schwankungen in 9 Einzelversuchen nur 0,38 bis 0,48 g betrugen. Ganz anders aber waren die Resultate, welche Meißl und Strohmer in Versuchen mit Schweinen in Wien erzielten; hierbei wurde ausschließlich gekochter Reis gefüttert und davon pro Tag und Kopf in einem Versuch ein Quantum von 1704,8 und in einem zweiten Versuch 1699,7 g Trockensubstanz verdaut, dagegen in dem produzierten Kot im ganzen nur resp. 2,13 und 3,72 g Stickstoff ausgeschieden, wovon noch ein Teil allerlei unverdauten oder nicht resorbierten Resten der Nahrung angehörte, während nach obiger Rechnung allein der mit den Stoffwechselprodukten

im Kot ausgeschiedene Stickstoff 6,82 und 6,80 g hätte betragen müssen. Überhaupt wird das Quantum der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im Kot, da es sich dabei, wenigstens für die pflanzenfressenden Tiere, vorzugsweise um das Mucin (Darmschleim) handelt, wohl eher mit der Menge und Beschaffenheit des Kotes, als mit der Menge der aus dem Futter verdauten Trockensubstanz in einem bestimmten Verhältnis stehen.

Bei den angegebenen Differenzen und weil es auch sehr zweifelhaft ist, ob alles, was vom Kot in saurem Magenextrakt sich auflöst, wirklich als Stoffwechselprodukt betrachtet werden kann, darf man nicht voreilig an die Stelle der direkt am Tier ermittelten Verdauungskoëffizienten die Resultate der künstlichen Verdauung setzen und damit rechnen wollen. Der direkte Versuch am Tier ist immer noch unentbehrlich, um uns über alle Umstände, welche die Ausnutzung des Futters beeinflussen, Aufschluß zu geben, — abgesehen davon, daß es sich dabei nicht allein um die Verdauung der Stickstoffverbindungen handelt, sondern auch um die Verdauung der stickstofffreien Bestandteile, für deren künstliche Verdauung es bis jetzt nicht gelungen ist, eine in ihren Resultaten nur einigermaßen genügende Methode zu ermitteln.

8. Bei ausschließlicher Verabreichung von Rauhfutter sind in dem Harn der wiederkäuenden Tiere höchstens nur geringe Spuren von Phosphorsäure enthalten. Es wird alsdann anscheinend von der im Futter aufgenommenen Phosphorsäure nur so viel aus dem Verdauungskanal resorbiert, als zum etwaigen Ansatz an den Geweben, beziehungsweise zur Milchbildung erforderlich ist; alles übrige geht in den Darmkanal über. In Wirklichkeit aber wird die Phosphorsäure nebst anderen Mineralstoffen des Futters in gewissen Abteilungen des Darmkanals sehr reichlich resorbiert, und es kehrt der im Körper nicht verwendbare Überschuß durch den Kreislauf des Blutes mit den Verdauungssäften in den Darm zurück, wie auf den Versuchsstationen in Proskau von Weiske und in Kuschen von Wildt nachgewiesen wurde. Auch ist der Harn der Wiederkäuer von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie derjenige der Fleischfresser, d. h. sehr reich an Phosphorsäure (20 bis 45 % der Harnasche), wenn man jenen Tieren ausschließlich Milchnahrung darbietet oder volljährige Wiederkäuer mehrere Tage lang hungern läßt, so daß sie schließlich nur von dem eigenen Körper zehren. Ebenfalls findet man bei sehr intensiver Fütterung von Kälbern und Lämmern mit Körnern in dem Harn derselben immer größere oder geringere Mengen von Phosphorsäure. Wie man sieht, verändern sich also die Ausscheidungsverhältnisse für die im Futter

überschüssig aufgenommene Phosphorsäure je nach der Art der Fütterung, und es scheint darauf auch der größere oder geringere Gehalt der täglichen Nahrung an Kalk einen bestimmenden Einfluß zu äußern. Das Kali des Futters wird bis zu 95 und 97 %, die Magnesia zu 20 bis 30 % und der Kalk bei wiederkäuenden Tieren nur zu 2 bis 5 %, die Schwefelsäure endlich und das Chlor fast vollständig mit den Harn ausgeschieden, und zwar sind diese Verhältnisse, wie namentlich einige in Hohenheim ausgeführte Versuche deutlich erkennen lassen, bei dem Kleeheu fast genau ebenso gestaltet wie bei dem Wiesenheu, ungeachtet die Asche der beiderlei Futterarten eine ungleiche Zusammensetzung hat. Der Rest von den Aschenbestandteilen des Futters, soweit derselbe im Körper keine Verwendung findet, also nicht zurückgehalten wird, oder in die etwa produzierte Milch übergeht, sowie die ganze Menge der mit dem Futter aufgenommenen Kieselsäure gelangt mit dem Darmkot der Tiere zur Ausscheidung. Es sind diese Thatsachen begreiflicherweise für die Beurteilung des Dungwertes der festen und flüssigen Exkremente von Wichtigkeit. Das Pferd unterscheidet sich dadurch von dem Wiederkäuer, daß es mit dem Harn einen weit größereren Anteil von Kalk aus dem Körper entfernt, unter normalen Verhältnissen von 40 bis über 60 % der im Futter aufgenommenen Gesamtmenge, während der Gehalt des Harnes an Kali verhältnismäßig geringer ist als bei dem Wiederkäuer und bezüglich der Ausscheidungsverhältnisse der Phosphorsäure die beiden Tiergattungen übereinstimmend sich verhalten.

Außer dem allgemeinen Verhalten des Rauh- und Grünfutters bezüglich seiner Verdaulichkeit und der damit im innigsten Zusammenhang stehenden Nährkraft kommen noch einige spezielle und zwar praktisch besonders wichtige Fragen in Betracht, auf welche direkte Versuche ebenfalls eine mehr oder weniger bestimmte Antwort gegeben haben.

1. Bei Verabreichung verschiedener Quantitäten pro Tag und Kopf, aber von einem und demselben Rauhfutter, bleibt die nach Prozenten der einzelnen Bestandteile berechnete Verdaulichkeit desselben im wesentlichen unverändert. Es wurde diese Thatsache in mehrfachen Versuchen, namentlich in Weende und Hohenheim bestätigt gefunden, bei Ochsen, Schafen und Pferden, bei Fütterung ausschließlich mit Wiesenheu und mit Kleeheu oder Luzerne. Die Tiere nehmen im gesunden Zustande und unter sonst normalen Verhältnissen von einem Rauhfutter nur so viel auf, als sie relativ

vollständig zu verdauen vermögen. Man darf also nicht glauben, daß bei einem geringeren Futterquantum die Verdauungssäfte entsprechend kräftiger lösend einwirken als bei reichlicherer Futtergabe; die prozentige Verdauung des Futtermittels war z. B. in Hohenheimer Versuchen fast ganz dieselbe, einerlei ob ein Hammel pro Tag 0,5 oder 1 oder 1,5 kg Kleeheu ohne jegliches Beifutter verzehrte. Freilich ist zu erwähnen, daß die bisher angestellten Beobachtungen nur auf Wiesen- und Kleeheu von guter oder mittlerer Beschaffenheit sich beziehen; jedoch ist wohl gleiches für die mehr schwerverdaulichen Rauhfutterarten, für Stroh, Spreu ꝛc. anzunehmen. Dieses konstante Verhalten ist wichtig und erleichtert die Rechnung mit verdaulichen Futterbestandteilen, die Festlegung der Mengen derselben für die verschiedenen Nutzungszwecke der landwirtschaftlichen Tiere.

2. Die einzelnen Nährstoffe werden nach allen Richtungen in gleicher Weise verdaut und resorbiert, einerlei ob das betreffende Futtermittel im heutrockenen Zustand oder als Grünfutter von dem Tier verzehrt wurde. Es befindet sich dieses Versuchsresultat anscheinend im Widerspruch mit den allgemeinen Erfahrungen der Landwirte. Auch ist dasselbe nur dann durchaus richtig, wenn das Grün- und Trockenfutter von sonst absolut gleicher Beschaffenheit ist, zu derselben Zeit und auf demselben Felde geschnitten wurde, und wenn von den Pflanzen bei der Heubereitung keine Spur von Blättern und anderen zarten, besonders nahrhaften Teilen verloren ging. Dies ist bekanntlich in der Praxis niemals, namentlich bei der Bereitung von Klee- und Luzerneheu, vollständig zu erreichen, und vornehmlich aus diesem Grunde beobachtet man ganz gewöhnlich eine verhältnismäßig größere Nährwirkung von dem Grünfutter als von dem Heu. Die Verdaulichkeit der organischen Bestandteile eines Futtermittels wird durch das einfache Trocknen desselben an der Luft, wenn solches ohne allen Verlust stattfindet, in keiner Weise verändert.

3. Daß dagegen bei der gewöhnlichen Dürrheubereitung mit dem Verlust von allerlei zarten Pflanzenteilen auch die Verdaulichkeit des Futters sich vermindert, ist wohl selbstverständlich. Der Verlust an Trockensubstanz beträgt nicht selten 10 % und darüber und nach Beobachtungen in Proskau von Weiske und in Möckern von G. Kühn bei Esparsette und Luzerne die Abnahme der Verdaulichkeit 4 bis 5 %.*) Die Abnahme ist noch bedeutender, wenn

*) Vergl. Tabelle II im Anhang, wo man außerdem Belege findet für die im folgenden weiter angedeutete Gestaltung der Verdaulichkeit des Rauhfutters unter dem Einfluß wechselnder Verhältnisse.

durch ungünstige Erntewitterung ein wiederholtes Beregnen und Auslaugen des Futters, vielleicht eine förmliche Vergärung stattgefunden hat, wobei dasselbe zugleich an Schmackhaftigkeit sehr ver- verliert. Einer solchen Veränderung ist die im jungen und noch wenig verholzten Zustand geschnittene Pflanze ganz besonders ausgesetzt, das Wiesengrummet daher mehr als das Wiesenheu.

4. Auch bei längerer Aufbewahrung des Futters kann leicht sowohl die Verdaulichkeit wie die Schmackhaftigkeit sich vermindern. Wenigstens ist dies aus Versuchen zu entnehmen, welche in Hohenheim ausgeführt wurden, indem von dem Rohproteïn eines Wiesengrummets bald nach der Ernte 62 %, dagegen 3 Monate später nur 56 und im Frühjahr 54 % der Gesamtmenge bei der Verfütterung an dieselben Tiere zur Verdauung gelangten, während die Verdauungs-Koëffizienten für die übrigen Futterbestandteile ziemlich unverändert blieben. Ähnliches wurde auch in Dresden von Hofmeister bezüglich des Kleeheus beobachtet. Dieses Verhalten war in den vorliegenden Fällen weniger durch chemische Veränderung der Trockensubstanz bedingt als einfach durch mechanisches Abbröckeln von feinen Pflanzenteilen, womit häufig allerdings auch eine Abnahme im prozentigen Stickstoffgehalt des Futters verbunden ist. Ob aber die aus der Praxis bekannte, selbst bei anscheinend guter Aufbewahrung oft auffallend geringe Nährwirkung von überjährigem Heu und Stroh wirklich durch eine wesentliche Veränderung in dem ursprünglichen chemischen Gehalt veranlaßt wird, oder hauptsächlich nur in mechanischen Ursachen und in der verminderten Schmackhaftigkeit der Futtersubstanz zu suchen ist, darüber können erst weitere Versuche und Untersuchungen entscheiden. Bei nicht ganz trockener Aufbewahrung, vielleicht schon bei vorübergehend feuchter Witterung kann eine teilweise Umänderung der Eiweißsubstanz in Amidverbindungen erfolgen und damit die Nährkraft des Futters geschädigt werden.

5. Bekanntlich hat das Futter in den verschiedenen Vegetationsperioden der betreffenden Pflanze eine sehr ungleiche Verdaulichkeit und Nährkraft. In Möckern ergab sich, daß Ochsen bei der Fütterung ausschließlich mit Grünklee, welcher am 20. Mai (kurz vor der Blüte), am 7. und 20. Juni (gegen Ende der Blüte) geschnitten war, von dem Rohproteïn beziehungsweise 71—65 und 59 %, von der Rohfaser 51—47 und 40 % verdauten, während die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe geringeren Schwankungen unterlag. Ebenso beobachtete man in Hohenheim bei dem Grünklee aus 4 Vegetationsperioden in Versuchen mit Hammeln eine allmähliche Abnahme der Verdauung des Rohproteïns von 76 bis auf

59 und der Rohfaser von 60 bis auf 39 %. Auch in Proskau gelangten von dem Rohproteïn des jungen Weideklees 78 %, des Mäheklees dagegen nur 61 % zur Verdauung, von der Rohfaser beziehungsweise 67 und 49 %. Mit dem hier angedeuteten Verhalten des Futters steht im Zusammenhang, daß im allgemeinen das Wiesengrummet leichter verdaulich ist als Wiesenheu, wenn nämlich beides bei gleich günstiger Witterung geerntet worden ist; jedoch habe ich schon erwähnt, daß das Grummet bei dem langsamen Trocknen und bei der meist unbeständigen Herbstwitterung, namentlich in Norddeutschland, viel leichter eine Verschlechterung erleidet und auch schon an sich weniger schmackhaft und aromatisch ist als gutes Wiesenheu und deshalb von den Tieren zuweilen weniger bereitwillig ohne entsprechendes Beifutter verzehrt wird. Die Nährkraft aber der jungen Pflanzen und Pflanzenteile muß eine um so größere sein, als sie nicht allein leichter verdaulich sind, sondern in ihrer Trockensubstanz auch eine weit größere Menge von Rohproteïn enthalten, als die in der Vegetation weiter vorgeschrittenen Pflanzen derselben Art. Es erhöht sich dadurch die Differenz bezüglich des wirklich verdauten Proteïns oft beträchtlich; bei den erwähnten Versuchen in Möckern betrug die Menge des verdauten und resorbierten Rohproteïns von der Trockensubstanz des Grünklees zur Zeit der beginnenden Blüte 13,9 %, gegen Ende der Blüte nur 7,8 %, und in Proskau waren die betreffenden Differenzen für Weideklee und Mäheklee noch viel größer, nämlich 21,2 und 8,2 %. Hierdurch erklärt sich, daß eine und dieselbe Art von Rauhfutter je nach den Umständen, unter welchen es gewachsen und geerntet worden ist, in seiner Nährwirkung um das Doppelte und Dreifache verschieden sein kann.

6. Eine erhebliche Wirkung äußert auch die Jahreswitterung sowie die wechselnde Bodenbeschaffenheit und Düngungsweise. Von einer und derselben Feld- oder Wiesenfläche ist das Futter in verschiedenen Jahrgängen bezüglich seiner Nährkraft oft sehr ungleich. Kleeheu z. B., welches in Hohenheim auf den Feldern der Versuchsstation in drei aufeinander folgenden Jahren gewachsen und stets bei sehr günstiger Witterung zur Zeit der Blüte geerntet war, wurde jedesmal im Erntejahr an Hammel der württembergischen Bastardrasse verfüttert; die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe ergab sich in drei Jahrgängen zu 63 bis 67 und 75 %, während die Differenzen für das Rohproteïn nicht so bedeutend waren, nämlich davon 60—64 und 65 % verdaut wurden. In anderen Fällen jedoch müssen die Schwankungen noch viel größer sein, und ähnlich verhält es sich in einem und demselben Jahr mit

einem Futter, welches teils in sonniger Lage, teils an mehr schattigen Plätzen unter sonst gleichen Umständen gewachsen ist.

7. Während das Zerkleinern der Körner durch Quetschen, Schroten 2c. für die möglichst vollständige Ausnutzung dieser Futtermittel durch gewisse Tierarten oft sehr wichtig ist, wirken dagegen allerlei Zubereitungsmethoden des Rauhfutters, wie namentlich das Anbrühen, Dämpfen, die Selbsterhitzung 2c., auf dessen Verdaulichkeit ungünstig ein. Wenigstens zeigte sich in Versuchen von Hellriegel und Lucanus auf der Versuchsstation zu Dahme die Verdaulichkeit von Roggenstroh bei dessen Verfütterung an Hammel durch Selbsterhitzung in keiner Weise erhöht, und ebensowenig ergab sich dieses für ein gemischtes Futter in Versuchen mit Milchkühen, welche W. Funke in Proskau ausführte; selbst die Umwandlung der Luzerne in Brennheu steigerte gegenüber dem nach gewöhnlicher Methode bereiteten Dürrheu, in Versuchen von Weiske in Proskau, nur die Verdaulichkeit der Rohfaser um 8 %, während die der stickstofffreien Extraktstoffe sogar bedeutend (um fast 11 %) vermindert war und dasselbe in geringerem Grade bezüglich der Proteïnsubstanz sich bemerkbar machte; auch das Dämpfen von Wiesenheu verminderte die Verdaulichkeit des darin enthaltenen Rohproteïns nach Versuchen, die Hornberger auf der Versuchsstation in Poppelsdorf ausführte, und bei der Bereitung von Brennheu und Preßfutter kann dies in noch höherem Grade der Fall sein. Dagegen wird allerdings durch eine passende Zubereitung die Schmackhaftigkeit des Futters oft beträchtlich erhöht und die Tiere auf diese Weise bestimmt, größere Mengen von einem an sich ihnen weniger zusagenden Futter bereitwillig aufzunehmen; ferner wird die Aufnahme durch Erweichen der Faser oft erleichtert und durch Ersparen von Kauarbeit dem Körper Stoff erhalten. Es kann also die Zubereitung in praktischer Hinsicht einen durchaus günstigen Erfolg haben, wenn auch die Menge der aus einem bestimmten Quantum der Trockensubstanz des Futters wirklich verdauten und resorbierten Nährstoffe eine geringere ist. Die Schmackhaftigkeit des Futters spielt überhaupt bei der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere eine so wichtige Rolle, daß man nach den Resultaten mancher Versuche und Beobachtungen fast annehmen muß, als könnte dadurch der Nähreffekt, die Ausnutzung einer bestimmten Menge der resorbierten Nährstoffe für die Produktion von Fleisch, Fett und Milch sich wesentlich modifizieren. Indes werden dabei wohl mancherlei Täuschungen vorkommen, und jedenfalls möchte es schwierig sein, diese Frage durch direkte Fütterungsversuche mit Bestimmtheit zu zu entscheiden. Auch bei allerlei Kraftfuttermitteln läßt sich die an

sich vorhandene Verdaulichkeit durch die Art der Zubereitung nicht erhöhen. Dies ergab sich z. B. in Möckern bezüglich der Weizenkleie in Versuchen von G. Kühn mit Ochsen; im Gegenteil wurde durch vorausgehendes Kochen oder Anbrühen mit siedendem Wasser, ferner durch Zusatz von Sauerteig und angehende Gärung, sowie mehr noch durch aufeinanderfolgende Behandlung der Weizenkleie mit Alkalien und Säuren die Verdaulichkeit mehr oder weniger vermindert, was besonders deutlich für das Rohproteïn in geringerem Grade für die stickstofffreien Bestandteile dieses Futtermittels sich aussprach. Auch gesonderte Verabreichung der Kleie als Tränke (neben trockenem Heufutter) blieb gegenüber der Verabreichung der Kleie als Kaufutter im Gemenge mit Heu ohne durchgreifenden Einfluß auf die Verdauung. Daß die Verdaulichkeit der Eiweißstoffe in der Weizenkleie durch Behandlung mit heißem Wasser vermindert wird, wurde von Stutzer bestätigt; dagegen äußerte die Milchsäure in dieser Hinsicht einen sehr günstigen Einfluß, ebenso allerlei Fruchtsäuren, insbesondere die Weinsäure, Äpfel- und Citronensäure, während die Essigsäure und Buttersäure bezüglich ihres Einflusses auf die Verdauung der Weizenkleie sich fast ganz indifferent verhielten.

8. Man hat manchmal geglaubt, daß eine verstärkte Arbeitsleistung, wobei der Appetit der Tiere mehr angeregt ist und überhaupt eine reichlichere Fütterung stattfindet, auch die Ausnutzung oder Verdaulichkeit des Gesamtfutters zu steigern vermöchte. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, wie die Resultate verschiedener Reihen von Pferdefütterungsversuchen in Hohenheim deutlich beweisen. Es wurden z. B. als tägliches Futter an ein etwa 530 kg schweres Pferd konstant 5 kg Wiesenheu, 6 kg Hafer und 1 $^1/_2$ kg Weizenstrohhäcksel verabreicht, während in fünf Versuchsperioden die mittelst eines Göpelwerkes regulierte Tagesarbeit sehr verschieden war, nämlich in den aufeinanderfolgenden Perioden: 1. einfach (etwa 600000 kgm), 2. doppelt, 3. dreifach, 4. doppelt und 5. einfach. Hierbei ergab sich, daß in Prozenten der Gesamtmenge von der organischen Substanz des Futters verdaut wurden:

1.	2.	3.	4.	5.
58,7	58,6	58,7	56,4	54,8.

Die etwas abnehmenden Zahlen in Periode 4 und 5 sind durch eine allmähliche Verminderung in der Verdaulichkeit des Wiesenheues bedingt, wie sie bei längerer Aufbewahrung desselben häufig beobachtet wird, und steht nicht mit der wechselnden Höhe der Tagesarbeit im Zusammenhange. Ähnliches ergab eine andere Versuchsreihe, in welcher dasselbe Pferd mit täglich 7,5 kg Wiesenheu nebst 4 kg Ackerbohnen gefüttert wurde und eine Tagesarbeit verrichtete,

die in drei Versuchsperioden auf 810000, auf 2430000 und wiederum 810000 kgm sich berechnete. Die Verdauung an organischer Substanz im stets unverändert bleibenden Futter betrug in der ersten Periode 60,0 %, in der zweiten Periode 58,5 und in der dritten Periode 57,5 % von der Gesamtmenge; damit übereinstimmend waren auch bezüglich der einzelnen Futterbestandteile und Nährstoffgruppen kleine Differenzen vorhanden, die jedoch ebensowenig mit der wechselnden Arbeitsleistung etwas zu thun hatten.

L. Grandeau und Leclerc beobachteten auch eine Verdauungsdepression bei ihren Versuchen mit Pferden infolge verstärkter Arbeitsleistung, besonders wenn letztere im Trab statt im Schritt ausgeführt wurde. Indes wird man dieses Versuchsresultat nicht als gemein giltig, sondern wohl nur durch besondere Verhältnisse bedingt ansehen dürfen. Solange die Arbeit eine gewisse Grenze nicht übersteigt und keine Überanstrengung der Tiere stattfindet, wird vermutlich der hemmende oder fördernde Einfluß auf den Verlauf des Verdauungsprozesses ein sehr geringer sein und kann jedenfalls vorläufig bei Futterberechnungen nicht berücksichtigt werden.

9. Die verschiedenen Arten der wiederkäuenden Tiere, also Ochsen, Kühe, Schafe und Ziegen, verdauen ein und dasselbe Rauhfutter in gleicher Weise. Im Mittel von 40, an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Verhältnissen ausgeführten Einzelversuchen ergab sich für das Wiesenheu eine um ungefähr 2 % bessere Verdauung aller Bestandteile durch Ochsen und Kühe als durch Schafe, während in einer noch größeren Anzahl von Versuchen das Kleeheu, beziehungsweise der Grünklee von den Schafen durchschnittlich um 2 bis 3 % besser verdaut wurde als von dem Rindvieh. Die an sich unbedeutenden Differenzen gleichen sich also für die genannten beiden Heuarten vollständig aus. Auch bei der Fütterung der Ziegen hat man für das Wiesenheu in den bisher vorliegenden Versuchen durchaus mittlere Verdauungsverhältnisse beobachtet.

10. Von den nicht wiederkäuenden Pflanzenfressern kommt als landwirtschaftliches Tier hauptsächlich das Pferd in Betracht. Seit dem Jahre 1876 sind auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Hohenheim in großer Anzahl vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel ausgeführt worden, wobei man stets dieselben Futterarten fast gleichzeitig mit den beiderlei Tiergattungen auf die Verdaulichkeit prüfte. Eine im Anhang mitgeteilte Tabelle giebt über die Resultate dieser Versuche Auskunft. Bezüglich des Wiesenheus wurde im wesentlichen folgendes gefunden:

a) Von der Trockensubstanz verdaut das Pferd 11 bis 12 %

weniger als der Wiederkäuer, und zwar ist diese Differenz bei den verschiedensten Sorten dieses Futtermittels ziemlich konstant.

b) Das Rohproteïn im Wiesenheu wird im allgemeinen von Pferd und Hammel gleich gut verdaut.

c) Bezüglich des Rohfettes ist die Differenz der Verdauungskoëffizienten bei Pferd und Wiederkäuer besonders groß, zunächst in den leicht verdaulichen Sorten, während dieselbe in den weniger verdaulichen Qualitäten sich vermindert, nach den vorliegenden Versuchen manchmal von über 50 bis auf 25 %.

d) Ähnliches, nur in weit geringerem Grade, bemerkt man bei den stickstofffreien Extraktstoffen, wo die Differenzen überhaupt nur einige Prozente (7—10) zu gunsten des Hammels betragen.

e) Besonders wichtig ist das Verhalten der beiderlei Tiergattungen zu der Rohfaser des Wiesenheues. Es wird dieselbe durchschnittlich von dem Pferd um über 20 % weniger verdaut oder im Verdauungskanal gelöst als von dem Hammel, was reichlich $^1/_3$ der von dem letzteren Tier verdauten Menge ausmacht, und zwar ist diese Differenz, soweit sie auf die Verdauungskoëffizienten sich bezieht, bei allen Sorten von Wiesenheu ziemlich gleich.

f) Anders gestaltet sich die Verdauungsdifferenz, wenn man sie für die einzelnen Bestandteile auf Prozente der Heutrockensubstanz berechnet. Von der etwa 12 % der letzteren betragenden Differenz kommen bei den leicht verdaulichen Sorten von Wiesenheu auf die Rohfaser 5 bis 6 %, auf die stickstofffreien Extraktstoffe etwa 4 und auf das Rohfett 1 bis 1,5 % nebst geringen Mengen von Proteïnsubstanz; dagegen bei den schwer verdaulichen Heusorten auf die Rohfaser 7 bis 8 %, auf die stickstofffreien Extraktstoffe etwa 3,5 und auf Rohfett 0,5 bis 1,0 %.

Im allgemeinen ist die Summe verdauter stickstofffreier nicht fettartiger Substanz in Heu- und Grünfutter beim Pferde 20 bis 25 % der analytisch ermittelten stickstofffreien Extraktstoffe geringer, als bei dem Wiederkäuer.

Für Klee und Luzerneheu hat bei Pferd und Hammel eine fast völlig gleiche Verdaulichkeit des Rohproteïns und der stickstofffreien Extraktstoffe sich ergeben; auch bezüglich der an sich weniger verdaulichen Rohfaser ist die Differenz, namentlich bei dem Luzerneheu nicht so bedeutend wie bei dem Wiesenheu. Dagegen fand man für Weizenstroh sehr große Verdauungsdifferenzen. Indes sind über das Verdauungsvermögen von Pferd und Hammel für diese Rauhfutterarten erst noch weitere Versuche anzustellen. Die konzentrierten Futtermittel endlich werden von den beiderlei Tieren, mit Ausnahme etwa der Fettsubstanz, völlig gleich gut verdaut. Wenigstens

hat man dies in Hohenheim für Hafer, Gerste, Mais, Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen bereits in mehrfachen Versuchen konstatiert.

12. Selbst in den verschiedenen Wachstums- oder Altersperioden besitzen die Tiere für ein bestimmtes Futter ein nahezu gleiches Verdauungsvermögen, wobei jedoch als Bedingung gelten muß, daß sie von der Milchnahrung vollständig entwöhnt sind und das betreffende Futter nach Schmackhaftigkeit und Nährkraft ein ihnen durchaus zusagendes und genügendes ist.

13. Die Individualität hat oftmals einen größeren Einfluß auf die Gestaltung des Verdauungsvermögens für ein und dasselbe Futter, als die Rasse und selbst die Gattung der wiederkäuenden Haustiere. Abgesehen von vorübergehenden Verdauungsstörungen und von der durch höheres Alter bewirkten Verdauungsschwäche findet man oft auch bei Tieren gleicher Rasse, sowie von gleichem Alter und Lebendgewicht konstante Verschiedenheiten, welche jedoch selten mehr als 2—4 % der gesamten organischen Substanz oder der einzelnen Bestandteile des Futters betragen; größere Differenzen im Verdauungsvermögen zeigen sich zuweilen bei einzelnen Individuen, welche im Wachstum und Lebendgewicht hinter den übrigen gleichartigen Tieren auffallend zurückgeblieben sind. Unter solchen Verhältnissen beobachtete z. B. Weiske in Proskau bei Schafen Verdauungsdifferenzen von 7 % für die organische Substanz des Futters und sogar bis zu 15 % für die Rohfaser allein. Zunächst aber ergab sich, daß diejenigen Tiere einer Herde, welche in gleicher Zeit und bei gleichem Futter zu dem größten Lebendgewicht gelangen, nicht immer das beste Verdauungsvermögen besitzen und mit einer bestimmten Menge des verzehrten Futters nicht immer am meisten Lebendgewicht produzieren. Die mehr oder weniger rege Freßlust, also das Quantum des täglich aufgenommenen Futters ist für die Gewichtszunahme der wachsenden Tiere und so auch bei der Mästung weit mehr bedingend, als ein nach Prozenten des Futters und seiner Bestandteile erhöhtes Verdauungsvermögen. Nur förmlich verkümmerte Tiere, welche in der Jugend, namentlich in der Saugezeit, unzureichend ernährt worden sind, haben auch meistens in der späteren Entwickelungsperiode ein relativ schwaches Verdauungsvermögen; inwiefern aber das letztere durch die Art der Aufzucht mehr oder weniger gekräftigt werden kann, darüber müssen erst weitere genaue Versuche Aufklärung geben.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die prozentige Verdauung des Rauhfutters, solange dasselbe ausschließlich verabreicht wird, bei einer und derselben Tiergattung fast allein durch die natürliche Beschaffenheit seiner Trockensubstanz bedingt ist, wie dieselbe

unter gewissen Vegetations-, Witterungs-, Boden- und Düngungsverhältnissen sich gestaltet, während sonstige äußere Verhältnisse darauf nur wenig verändernd einwirken. Es ist dies schon ein wichtiges Versuchsresultat, welches sich für die Feststellung des täglichen Nährstoffbedarfs der Tiere verwerten läßt; noch wichtiger aber für diesen Zweck ist es, zu untersuchen, ob und inwiefern das Rauhfutter in der Verdauung seiner Bestandteile unter dem Einfluß wechselnder Mengen von allerlei Beifutterarten verändert wird, dadurch vielleicht eine größere oder geringere Depression erleidet. Man erhält hierüber Aufschluß, wenn man bei gleichem Rauhfutterquantum steigende Mengen des betreffenden Beifutters verabreicht und aus der direkt ermittelten Verdauung des Gesamtfutters berechnet, teils wie die Verdauungsverhältnisse für das Rauhfutter unter Annahme absoluter Verdauung des Beifutters sich gestalten, teils auch, welche Verdauungs-Koëffizienten für das Beifutter sich ergeben, wenn man annimmt, daß die Verdauung des Rauhfutters trotz der mehr oder weniger reichlichen Beifütterung ganz unverändert bleibt. Indem ich die hierauf bezüglichen Resultate der neueren Fütterungsversuche im folgenden kurz andeute, will ich daran erinnern, daß, wenn von „Nährstoffverhältnis" die Rede ist, man darunter das Verhältnis zwischen den verdaulichen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Futterbestandteilen, zwischen Eiweiß (verdautes Rohproteïn einschließlich Amidstoffe) und Kohlehydraten zu verstehen hat, wobei den letzteren auch das auf den Respirationswert oder das Stärkemehläquivalent (mit dem Faktor 2,44) reduzierte verdauliche Rohfett des Futters zugerechnet ist.

1. Eine einseitige Vermehrung der verdaulichen Eiweißsubstanz durch Zulage von stickstoffreichen Beifuttermitteln (Nährstoffverhältnis bis 1 : 5) bewirkt in keiner Weise eine Depression in der Verdauung des Rauhfutters. Dieses ergab sich z. B. in Versuchen von E. Schulze und Märcker in Weende, indem man an Hammel pro Kopf und Tag neben 1 kg Wiesenheu zuerst 120 g und sodann 262 g eines Kleberpräparates verabreichte, welches in der Trockensubstanz 78 % an reinem Eiweißstoff enthielt. Die anscheinend um 4 bis 6 % verminderte Verdauung des Heuproteïns kann hierbei nicht in Betracht kommen, weil auch Spuren von Kleber unverdaut geblieben sein können. Bezüglich der übrigen Bestandteile des Rauhfutters war selbst eine derartige geringe Verdauungsdepression nirgends vorhanden.

Weitere Versuche wurden in Hohenheim, Möckern und Halle, unter Anwendung besonders von Leinkuchen, aber auch von Bohnen-

schrot, Rapskuchen, Weizenkleien und Baumwollesamenkuchen, teils mit Hammeln und Ziegen, teils mit Ochsen, auch mit Pferden ausgeführt. In ganz ähnlicher Weise werden andere stickstoffreiche Beifutterarten sich verhalten, nämlich alle Arten von Ölkuchen und Hülsenfrüchten, ferner Biertreber, Branntweinschlempe ꝛc. Hierbei aber ist zu erwähnen, daß die genannten und sonstigen konzentrierten Futtermittel keineswegs, weder bezüglich der darin enthaltenen Proteïnsubstanz, noch in ihren anderen Bestandteilen als absolut verdaulich angesehen werden dürfen, sondern daß einem jeden konzentrierten Futtermittel für die einzelnen Bestandteile bestimmte Verdauungs-Koëffizienten zukommen, welche bei Verabreichung der verschiedensten Quantitäten des jedesmaligen Beifutters nahezu konstant sind und aus direkten Verdauungsversuchen sich ableiten lassen. Die Proteïnsubstanz z. B. wird in den Hülsenfrüchten, wie es scheint, von den wiederkäuenden Tieren relativ hoch, durchschnittlich zu 89 %, in den Leinkuchen zu 85, in den Rapskuchen und Weizenkleien zu 80, in den nicht geschälten Baumwollesamenkuchen zu 74 % ꝛc. verdaut, während die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Rauhfutter unverändert, d. h. die gleiche bleibt, wie bei ausschließlicher Verfütterung desselben ermittelt wurde.

2. Über den etwaigen Einfluß, welchen die Körner der Cerealien, also konzentrierte Beifutterarten mit mittlerem Nährstoffverhältnis (1 : 5—8) auf die Verdauung des Rauhfutters ausüben, sind bisher erst wenige vergleichende Versuche angestellt worden. Nur den Hafer hat man in dieser Hinsicht durch direkte Fütterungsversuche geprüft, welche in Dresden (Hofmeister und Haubner) und namentlich in Hohenheim mit Hammeln zur Ausführung gelangten. An beiden Orten fand man, daß auch eine Beifütterung des Hafers die prozentige Verdauung des Rauhfutters nicht wesentlich verändert. In Hohenheim ergab sich bei einem Mengenverhältnis vom Wiesenheu zum Hafer = 1 : 1,76, ferner = 1 : 3,09 und 1 : 3,30, unter Annahme stets gleicher Verdauung des Rauhfutters, wie bei ausschließlicher Verfütterung desselben, daß in den betreffenden Versuchen von der Proteïnsubstanz des Hafers 78,0, ferner 78,4 und 78,5 % verdaut wurden. In Dresden war die Verdauung des Haferproteïns bei Verabreichung kleinerer Mengen des Beifutters (Wiesenheu zum Hafer = 1 : 0,18; 1 : 0,44 und 1 : 0,75) eine etwas geringere, nämlich beziehungsweise = 74,0, 74,1 und 67,3 %. Jedoch hatte auch der in Hohenheim verfütterte Hafer ein beträchtlich engeres Nährstoffverhältnis (1 : 5,16), als der in Dresden verabreichte (1 : 7,07) und hierdurch kann sehr wohl die beobachtete, an sich nicht große Differenz bedingt gewesen sein. Bezüglich der

anderen Bestandteile des Hafers waren die Verdauungs-Koëffizienten in allen Einzelversuchen nahezu übereinstimmend, mit Ausnahme der Rohfaser, für welche die betreffenden Zahlen überhaupt in den meisten Körnerarten und Körnerabfällen große Schwankungen aufweisen. Auch in Pferdefütterungsversuchen sind in Hohenheim für Hafer bei gleicher Sorte desselben, trotz wechselnder Mengen in der Tagesration, nahezu konstante Verdauungs-Koëffizienten gefunden worden. Es ist aus den bisher in dieser Richtung vorliegenden Versuchen wohl mit genügender Sicherheit zu folgern, daß bei einem Nährstoffverhältnis im Körnerfutter von 1 : 5—6 noch keine Depression in der Verdauung des gleichzeitig verabreichten Rauhfutters eintritt und daß diese höchstens erst sich geltend zu machen anfängt, sobald das Nährstoffverhältnis ein noch weiteres wird, nämlich = 1 : 7—8.

3. Entschieden erleidet die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Rauhfutter, und nächstdem auch der Rohfaser eine Depression durch die Beifütterung größerer Mengen von reinen Kohlehydraten, namentlich von Stärkemehl. Man hat dies in Versuchen mit Hammeln, Ziegen, Ochsen, Kühen und Schweinen konstatiert. Jedoch ist die Depression für das Rauhfutterproteïn nur dann eine deutliche, wenn das verabreichte Stärkemehl dem Gewichte nach mehr als 10 % von der Trockensubstanz des Rauhfutters ausmacht; selbst bei 15 % ist sie noch eine geringe, bei 25 bis 30 % dagegen eine sehr beträchtliche. In einem Versuch z. B. von E. Schulze und Märcker in Weende wurde bei Verabreichung von etwa 800 g Wiesenheu und 230 g Stärkemehl pro Tag und Kopf an Hammel die Verdauung des Heuproteïns von 54 bis auf 32 % vermindert, die Differenz betrug also 22 % des gesamten Rohproteïns oder 41 % des an sich verdaulichen Anteils des letzteren. Im allgemeinen wird man für die Beifütterung von $^1/_6$ der Trockensubstanz des Rauhfutters an Stärkemehl eine Depression der ohne diese Beigabe vorhandenen Verdauung des Rohproteïns um 15 %, ferner von $^1/_4$ Stärkemehl um reichlich 25 % und von $^1/_3$ Stärkemehl um etwa 40 % annehmen können. Diese Verdauungsdepression ist in Prozenten des Rauhfutterproteïns bei Kleeheu und namentlich bei stickstoffreichem Wickenheu etwas geringer als bei Wiesenheu, bei dem stickstoffarmen Stroh der Cerealien dagegen relativ bedeutender. Vermindert wird die Depression, zuweilen ganz aufgehoben, wenn außer dem Stärkemehl noch ein sehr stickstoffreiches Beifutter, z. B. Leinkuchen, verabeeicht wird, — ebenso, jedoch in geringerem Grade, durch Beifütterung von Bohnenschrot und Schrot von anderen Hülsenfrüchten. Außer dem Rohproteïn des Rauhfutters erleidet

unter dem Einfluß des Stärkemehls auch die Rohfaser eine Verdauungsdepression, jedoch ist dieselbe nicht so bedeutend und kommt überhaupt bei den betreffenden Futterberechnungen weit weniger in Betracht. Ähnlich dem Stärkemehl verhält sich der Zucker, nur daß die dadurch bewirkte Depression meistens geringer ausfällt. Hinsichtlich der stickstofffreien Extraktstoffe und des Fettes im Rauhfutter ist zu erwähnen, daß die Verdauung dieser Bestandteile durch Stärkemehl und Zucker nicht wesentlich vermindert erscheint, solange das Beifutter selbst noch vollständig zur Verdauung gelangt, was freilich nicht mehr zutrifft, wenn dasselbe in sehr beträchtlicher Quantität verabreicht wird und wenn namentlich das Rauhfutter von sehr stickstoffarmer Beschaffenheit ist.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen von den Vorgängen bei der Verdauung sind die durch zu starke Beigabe von Kohlehydraten bewirkten Depressionen in der Ausnutzung, speziell der Nährstoffe des Rauhfutters, im wesentlichen auf drei Ursachen zurückzuführen.

1. Die bei der Lösung des Futterbreis mitwirkenden Bakterien greifen, wie früher bereits erwähnt, die Zellwände weniger an, sobald ihnen reichlicher anderes und leicht lösliches stickstofffreies Material zur Verfügung steht. Hierdurch werden die innerhalb der Zellen eingeschlossenen Nährstoffe, besonders die schwer diffundierbaren Eiweißstoffe, der Einwirkung der Verdauungssäfte und der Resorption mehr entzogen. Gleichzeitige Zulage von für die Bakterien assimilierbarer stickstoffhaltiger Verbindungen kann dem entgegenwirken, indem dann die Bakterienvegetation überhaupt vermehrt, wahrscheinlich auch die Art ihres Stoffwechsels verändert wird und nun wieder eine stärkere Aufschließung der Zellen stattfindet.

2. Bei der Gärung reichlicher Mengen von Kohlehydraten entwickeln sich auch viel der niederatomigen Fettsäuren (Essigsäure, Ameisensäure), die den Darm, verschieden nach der verschiedenen Empfindlichkeit der Tiere, reizen, die Peristaltik vermehren und den Speisebrei den Verdauungskanal schneller passieren lassen. Eventuell entsteht Diarrhoe und die Zeit für vollständige Umwandlung der Nährstoffe in resorbierbare Modifikationen resp. die Resorption selbst wird zu kurz. Auch hiergegen kann eine Beigabe von Proteïnstoffen helfen, indem Proteïnstoffe die Säuren teilweise binden oder doch ihre Affinitäten abschwächen.

3. Bei Abwesenheit genügender Mengen stickstoffhaltiger Nährstoffe können weniger wirksame Verdauungssäfte abgesondert werden. Die Verdauungsdrüsen haben meist eine sog. reflektorische Thätigkeit, welche durch die Beschaffenheit des Speisebreies erst angeregt und verschieden gestaltet wird. Schon die älteren Befunde von

Alex. Schmidt in Dorpat mit sog. „geladenem“ und „nicht geladenem“ Pankreas (der Bauchspeicheldrüse) sowie über den verschiedenen Gehalt des Bauchspeichels je nachdem er aus sog. temporären (einige Zeit nach der Fütterung geöffneten) oder permanent fließenden Fisteln gewonnen wird, weisen darauf hin, daß er nach stickstoffreicher Fütterung auch mehr der stickstoffreichen Enzyme enthält und damit kräftiger verdauend wirken kann. Dieser Effekt stickstoffreicheren Futters ist freilich kein konstanter und quantitativ zu bestimmender; Individualität der Tiere, besondere Beschaffenheit des Futters, Gewöhnung der Tiere spielen eine große Rolle.

Auf die scheinbare Verdauungsdepression der Proteïnstoffe durch die Vermehrung der Stoffwechselprodukte im Kot war oben schon hingewiesen worden.

In Rücksicht auf die großen Schwankungen, welche eben gegenannte Faktoren der Verdauungsdepression je nach Individualität der Tiere und Beschaffenheit der Nahrung (z. B. mehr oder weniger stark verholzte Zellen des Rauhfutters) haben, kann der Versuch, die Größe der Depression in einem besonderen Fall berechnen zu wollen, zu keinem wirklich sicheren Resultate führen. Wohl aber hat man ihre Möglichkeit und ihre Ursachen stets im Auge zu behalten. Im allgemeinen empfiehlt es sich hiernach, bei knappen, wesentlich aus Rauhfutter bestehenden Rationen ein weiteres Nährstoffverhältnis einzuhalten; bei reichlicherer Ernährung, die nur durch größere Mengen leicht verdaulicher Kraftfuttermittel zu bewerkstelligen ist, aber das Nährstoffverhältnis zu verengen. Der in letzterem Falle doch leicht eintretenden niedereren Ausnutzung des einen oder anderen Futterbestandteils haben die Fütterungsnormen Rechnung zu tragen, indem sie eine etwas höhere Nährstoffzulage angeben als eigentlich der mehr verlangten Leistung des Tieres entsprechen müßte.

Bezüglich der Schweine sei bemerkt, daß sie ein besonders großes Verdauungsvermögen für die Kohlehydrate haben; dies wurde bestätigt durch in Hohenheim ausgeführte Versuche, in welchen die Kohlehydrate des Gerstenschrots trotz reichlicher Beifütterung von reinem Stärkemehl (Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter 1 : 9 und 1 : 12) nebst dem letzteren von den Schweinen völlig ebenso verdaut wurden, wie bei ausschließlicher Schrotfütterung. Bezüglich der Proteïnsubstanz des Gerstenschrotes war bei einem Nährstoffverhältnis = 1 : 9 noch gar keine Verdauungsdepression zu bemerken; erst als das Nährstoffverhältnis bis auf 1 : 12 sich erweiterte, trat dieselbe ein und betrug 9,5 % des Schrotproteïns.

6. Die direkte Verabreichung kleinerer Mengen von Fett oder Öl hat in den bisher hierüber angestellten Versuchen einen sehr un-

bestimmten Einfluß auf die prozentige Verdauung der Bestandteile des Rauhfutters oder des Gesamtfutters gezeigt. Es kann, wie im ersten Teil dieser Ausarbeitung nachgewiesen wurde, nicht zweifelhaft sein, daß der Gesamtgehalt des Futters an verdaulicher Fettsubstanz für die Gestaltung des ganzen Nähreffektes in der Produktion von Fleisch, Fett, Milch und Kraft eine große Bedeutung hat, aber die prozentige Verdauung der einzelnen Futterbestandteile scheint durch eine Beigabe von Fett, z. B. Rüböl oder Leinöl nicht, wie zuweilen behauptet worden ist, erhöht zu werden. Man muß sich im Gegenteil hüten, den wiederkäuenden Tieren anhaltend ein zu fettreiches Futter darzubieten, weil dadurch sehr leicht eine allmählich zunehmende Appetitlosigkeit veranlaßt wird und selbst bedenkliche Verdauungsstörungen eintreten können. Jedoch ist zu erwähnen, daß solche nachteilige Wirkungen sich weniger bemerkbar machen, wenn man das Fett in feinster Emulsion oder in der Form eines wirklichen Bestandteiles des Futtermittels, z. B. in den Ölkuchen und Ölsämereien verabreicht, als wenn es in Substanz dem übrigen Futter beigemischt wird. Dies beobachtete man auch in Hohenheim, indem man bei einem ziemlich stickstoffreichen Futter durch steigende Beigabe von halbentfetteten Palmkernen und von Leinsamen die Menge der Fettsubstanz bei Hammeln pro Tag und Kopf schließlich bis auf 75 und 100 g steigerte, während die Menge der übrigen Bestandteile des Futters ziemlich unverändert blieb. Die Verdauung des Futters wurde dadurch in keiner Weise, weder störend noch fördernd beeinflußt.

7. Daß das Kochsalz im Ernährungsprozeß des tierischen Organismus eine wichtige Rolle spielt und namentlich für die pflanzenfressenden Tiere in höherem Grade noch als für die Fleischfresser ein unentbehrliches Nahrungsmittel ist, habe ich schon früher (S. 13) angedeutet. Auf die Verdauung des Futters scheint dasselbe aber keinen irgendwie beträchtlichen Einfluß auszuüben, wenn auch manchmal Verdauungsstörungen dadurch gehoben, beziehungsweise herbeigeführt werden können. Man hat daher bei direkten Versuchen in Salzmünde, Dresden und in Proskau anscheinend bald einen fördernden, bald einen hemmenden Einfluß des Kochsalzes auf die Verdauung des Futters beobachtet; meistens aber und unter ganz normalen Verhältnissen, d. h. wenn es sich um gesunde und verdauungskräftige Tiere handelt, sowie um Gaben, wie sie in der Praxis üblich sind, hat das Salz in dieser Beziehung sich ganz indifferent verhalten. Dies wurde entschieden auch durch Versuche bestätigt, welche man neuestens auf der Versuchsstation in Hohenheim mit Hammeln und Pferden mehrfach ausführte. Die durch Kochsalz

oftmals bewirkte größere Schmackhaftigkeit und Mehraufnahme, auch die unter Umständen günstigere Nährwirkung des Futters ist nicht zu verwechseln mit der prozentigen Verdauung desselben, welche letztere, wie wir gesehen haben, im allgemeinen und namentlich bei ausschließlicher Verabreichung von Rauhfutter eine sehr konstante ist.

Im Anschluß an die im Anhang mitgeteilten Tabellen und an dasjenige, was im vorstehenden Abschnitt über die Verdaulichkeit des Futters gesagt worden ist, werde ich jetzt noch einiges zur Charakteristik der Futtermittel beifügen.

Charakteristik der Futtermittel.

a) Rauh- und Grünfutterarten.

1. Wiesenheu, Grummet und Weidegras. In den dieser Ausarbeitung angehängten Tabellen über Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel sind verschiedene Arten und Gruppen von Wiesenheu aufgeführt, welche erkennen lassen, daß im allgemeinen bei größerer Jugend der Pflanzen die prozentische Menge des Proteïns eine höhere, die der Rohfaser eine entsprechend geringere ist, die Reinasche und das Rohfett zunehmen, während der Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen ziemlich unverändert bleibt. Außerdem bedingt, wie bei allen Rauh- und Grünfutterarten, größere Jugend und größerer Gehalt an Rohproteïn eine größere Verdaulichkeit dieses Bestandteiles; charakteristisch ferner für das Wiesenheu und nächstdem für ähnliche Futterarten aus der Klasse der Gramineen ist es, daß gleichzeitig mit der Verdaulichkeit des Rohproteïns auch die der stickstofffreien Extraktstoffe entsprechend zunimmt, ein Verhalten, welches hinsichtlich der Rohfaser und des Rohfettes nicht immer ebenso deutlich und regelmäßig hervortritt. Endlich ist zu bemerken, daß die Verdaulichkeit der Rohfaser in allen Arten von Wiesenheu eine verhältnismäßig hohe, die des Rohfettes dagegen eine geringere ist.

In dem Wiesenheu ist für die Verdaulichkeit und Nährkraft dieses Futtermittels, auch die Menge der Rohfaser, wie aus anderweitigen Zusammenstellungen der mittleren Versuchs- und analytischen Resultate sich ergiebt, von Bedeutung. Stickstoffreiche und zugleich rohfaserarme Heusorten sind entschieden die besten und am leichtesten verdaulich, sowie umgekehrt stickstoffarme und zugleich rohfaserreiche den geringsten Nährwert haben; stickstoffarme und dabei rohfaserarme Arten von Wiesenheu enthalten meist ziemlich schwer verdauliche Proteïnsubstanz, aber leicht verdauliche Extraktstoffe, während stick-

stoffreiche und rohfaserreiche Heusorten entweder ein umgekehrtes Verhalten zeigen, oder mittlere Verdauungs-Koëffizienten haben.

Die in den Tabellen für den Rohproteïngehalt des Wiesenheus und für die Verdauungs-Koëffizienten angegebenen Zahlen bezeichnen keineswegs die Grenzen der überhaupt vorkommenden Schwankungen; diese können vielmehr in der Trockensubstanz von 6 bis gegen 20 % betragen, und bezüglich der Verdaulichkeit des Rohproteïns hat man in den mit 38 Sorten von Wiesenheu ausgeführten Fütterungsversuchen als Minimum 42 und als Maximum 72 % der vorhandenen Gesamtmenge beobachtet. Dies ergiebt also die Möglichkeit eines fast um das 6fache verschiedenen Gehalts an verdaulichem Rohproteïn (2,5 bis 14,4 %), so daß die in der Praxis bekannte überaus ungleiche Nährwirkung der verschiedenen Arten von Wiesenheu schon hieraus eine, wenn auch nicht vollkommene, Erklärung findet. Unter Berücksichtigung des zuerst in Hohenheim von O. Kellner nachgewiesenen und namentlich in den zarten und stickstoffreichen Heusorten oft großen Amidgehaltes vermindert sich freilich die absolute Größe der zuletzt genannten Zahlen, nämlich bis auf etwa 2,0 bis 9,3 % an verdaulicher eigentlicher Eiweißsubstanz, aber das Verhältnis zwischen beiden Zahlen bleibt ziemlich dasselbe.

Die natürliche Beschaffenheit aber des Futters ist eine sehr verschiedene, je nach den Umständen, unter welchen es heranwuchs oder geschnitten und geerntet wurde.

Es kommt hierbei zuerst, wie bereits mehrfach angedeutet, die Vegetationsperiode der betreffenden Pflanze in Betracht und ich will in dieser Hinsicht nachträglich noch einiges erwähnen. Bekanntlich enthalten alle jungen Pflanzen in ihrer Trockensubstanz prozentig weit mehr Rohproteïn und weniger Rohfaser als später, etwa zur Zeit der Blüte und zugleich ist die Verdaulichkeit des ersteren eine größere. Gutes Weidegras ist daher, bei genügender Menge, als ein kräftiges Produktionsfutter anzusehen, während dieses bezüglich des zur gewöhnlichen Zeit geernteten Wiesenheues mittlerer Güte in weit geringerem Grade der Fall ist. In Weende z. B. fand man, daß die Trockensubstanz der im jugendlichen Zustand geschnittenen Weidegräser 17,5 %, das Heu älterer Pflanzen nur 11 % Rohproteïn enthielt. Die Ernte ferner von einer sonnigen Rasenfläche in Hohenheim ergab bis zum 12. Juni bei zweimaligem Schnitt eine um die Hälfte größere Gesamtmenge von Proteïnsubstanz, als bei einmaligem Schnitt, im Verhältnis von 334 : 225; der Prozentgehalt betrug beziehungsweise 20,4 und 16,3 und die ganze Trockenmasse 1637 und 1381 kg. Ähnliche Zahlen lieferte ein Kleegrasfeld in Proskau, nämlich bei dreimaligem Schnitt an Trockensubstanz

1785 und an Rohproteïn 375 kg pro Morgen, bei zweimaligem Schnitt 1696 kg Trockensubstanz und darin nur 243 kg Rohproteïn. Diese Zahlen sprechen also dafür, daß man das Futter auf dem Stengel nicht zu alt werden lassen darf, sondern frühzeitig genug abernten und benutzen muß.

In den frühen Vegetationsperioden der Pflanzen ist der Amidgehalt in der Trockensubstanz der letzteren meistens absolut und relativ größer, als zur Zeit der Blüte, in dem Weidefutter oft doppelt und selbst dreimal so groß als in dem gewöhnlichen Heu. Aber trotzdem ist in dem ersteren fast immer auch mehr an eigentlicher verdaulicher Eiweißsubstanz vorhanden, als in dem letzteren. Dies ergab sich z. B. in Versuchen, welche man in Hohenheim ausführte und wobei das Futter stets von derselben Wiese oder in zwei Jahrgängen und jedesmal zu drei verschiedenen Zeiten, also in einem früheren und späteren Stadium der Vegetation geschnitten, sorgfältig getrocknet und mit Hammeln auf die Verdaulichkeit geprüft worden war. Auf Prozente der wasserfreien Substanz des Futters bezogen fand man:

	1874			1877		
	24. April	13. Mai	10. Juni	14. Mai	9. Juni	26. Juni
Rohproteïn . .	25,06	16,31	13,37	18,97	11,16	8,46
„ verdaut	19,83	11,60	9,24	13,90	8,04	4,70
Davon Amid .	5,47	3,10	1,83	6,55	1,78	0,64
„ Eiweiß	14,36	8,50	7,41	7,35	6,23	4,06

Die Menge der Amidverbindungen ist hier einfach aus dem direkt bestimmten Amidstickstoff mit dem Faktor 6,25, also ebenso wie das Rohproteïn und das Eiweiß, berechnet worden. In dem am 14. Mai 1877 geernteten Wiesenfutter ergab sich für die betreffende Vegetationsperiode ein ungewöhnlich hoher Gehalt von Amidstoffen, was als Ausnahme zu betrachten ist und durch naßkalte Witterung und vorhergehende starke Jauchendüngung bedingt war.

Das beste Wiesenheu wird gewöhnlich von sonnigen nährstoffreichen Bergwiesen geerntet, wo die Pflanzen zwar nicht hoch wachsen, aber einen um so dichteren Rasen bilden und die Gräser mit nährkräftigen und aromatischen Kräutern vermischt sind. Dies ist in besonders hohem Grade bei dem eigentlichen Alpenheu der Fall, welches daher auch, selbst in verhältnismäßig geringer Quantität verabreicht, für die Milchproduktion und bei Jungvieh oft eine auffallend günstige Wirkung äußert. Der Gehalt an Rohproteïn ist ähnlich groß wie bei dem guten Weidefutter, so daß die Menge des von den Tieren wirklich verdauten Rohproteïns bis zu 12 und 14 % von der Trockensubstanz des verzehrten Futters ausmachen

und dabei ein Nährstoffverhältnis = 1 : 4 sich herausstellen kann. Ein solches Heu verhält sich in der That wie ein konzentriertes Futter, es ist ein wirkliches Kraftfutter. Jedoch ist die günstige Wirkung nicht immer durch einen besonders hohen Proteïngehalt bedingt, wie die von Kramer und E. Schulze ausgeführten Analysen von 5 Sorten Heu aus den Hochalpen Tirols und der Schweiz beweisen, die auf gleichen Feuchtigkeitsgehalt (14,59 %) berechnet, nach Mittel und Schwankungen ergaben:

	Proteïn	Rohfaser	Rohfett	Extraktstoffe	Asche
Mittel . . .	10,94	18,37	3,81	45,30	6,99
Schwankungen	10,3—11,8	16,7—20,2	3,3—4,9	43,5—46,6	4,8—8,6

Es wird hier hauptsächlich durch den relativ geringen Rohfasergehalt und den hohen Gehalt an Fettsubstanz die Güte und Leichtverdaulichkeit des Futters angedeutet. Die Menge der Phosphorsäure war in diesen Heusorten sehr wechselnd und betrug 3,71 bis 9,03 % der Gesamtasche. Noch mehr oftmals, als durch die chemische Zusammensetzung scheint der Wert des Heues nach praktischer Schätzung durch zarte und feinstengelige Beschaffenheit und namentlich auch durch Aroma oder Schmackhaftigkeit bedingt zu sein, was z. B. nach A. Mayer bei einigen Untersuchungen von holländischen Heusorten deutlich sich ergab. Man muß auf das Mengenverhältnis der etwa vorhandenen sog. sauren Gräser zu den Süßgräsern achten und überhaupt durch eine sorgfältige botanische Untersuchung zu ermitteln suchen, ob vielleicht Gräser und Kräuter vorkommen, welche für die Tiere unschmackhaft sind oder sogar schädliche Stoffe enthalten. So soll z. B. der Schachtelhalm den Pferden zusagen, dagegen für Rindvieh und speziell für Milchkühe nachteilige Wirkungen äußern. Diese „botanische" Analyse des Heus ist in neuerer Zeit in der Wertschätzung immer mehr gestiegen. Ihr Wert wird auch dadurch erhöht, daß sie innerhalb gewisser Grenzen die Beschaffenheit des Bodens, auf dem das Futter gewachsen ist, charakterisiert, es wird die Flora des guten, ein nährkräftiges und vor allem gesundes Futter produzierenden Bodens von der Flora abfallender Futterflächen unterschieden.

Zu den vorzüglichen oder doch sehr guten Heusorten ist nach Zusammensetzung und Leichtverdaulichkeit auch das Wiesengrummet zu rechnen, nämlich dann, wenn dasselbe bei durchaus günstiger Witterung getrocknet und unter Dach gebracht worden ist. Nur dadurch, daß es an Schmackhaftigkeit und aromatischem Geruch dem guten Heu gewöhnlich nachsteht, wird der Wert dieses Futtermittels wiederum vermindert. Ganz besonders aber ist die Güte des

Grummets abhängig von der Erntewitterung, und da diese in Süddeutschland, wo die Ernte auch frühzeitiger vorgenommen werden kann, meistens eine günstigere zu sein pflegt, als in Norddeutschland, so wird auch dort gewöhnlich die Nachmahd von den Wiesen höher geschätzt als hier. Wie sehr aber das Heu bei nasser Witterung eine Verschlechterung erleiden muß, erhellt aus den mannigfachen Umsetzungen und Zersetzungen, die in einer feuchten, halb abgestorbenen Pflanzenmasse Platz greifen. Die Pflanzenatmung dauert, wenn auch abgeschwächt fort und oxydiert gerade die leichter löslichen stickstofffreien Nährstoffe, die Proteïnstoffe werden dabei zum Teil in unverdauliche Verbindungen übergeführt, endlich helfen eine Reihe von Mikroorganismen an der Zerstörung der organischen Substanz. Auch ein Auswaschen von Nährstoffen kann bei heftigem Regen eintreten, obgleich auf diesem Wege in der Praxis der Dürrheubereitung wohl selten die Bedingungen für erhebliche Verluste gegeben sind. In Tharand untersuchte Stöckhardt zwei Heuproben, welche von einer und derselben Wiese stammten und zu gleicher Zeit gemäht worden waren; die eine Probe aber war innerhalb 3 Tagen getrocknet und aufs beste eingebracht, während die andere 13 Tage lang bei abwechselnd nassem und trockenem Wetter im Freien hatte liegen müssen, bevor sie eingefahren werden konnte. Nach der Analyse berechnete er, daß das beregnete Heu 12,5 % vom Gewicht der Gesamt-Trockensubstanz verloren hatte, und daß dieser Verlust wenigstens einem Viertel des ursprünglichen Nährwertes entsprach, da er ausschließlich aus leicht löslichen, also vorzugsweise wirksamen Nährstoffen bestand (2,1 Teile Eiweißsubstanz und 10,4 Teile stickstofffreie Nährstoffe nebst Mineralsalzen). Wahrscheinlich war hierbei der Verlust noch zu gering veranschlagt. Märcker berechnete ferner auf Grund der chemischen Untersuchung in zwei Fällen den Verlust des Wiesenheues an Trockensubstanz durch starkes und anhaltendes Beregnen zu 18,4 und 17,6 %. Das Grummet aber ist einem derartigen Verluste noch weit mehr ausgesetzt als das Wiesenheu, weil es an sich eine größere Menge von leicht löslichen Bestandteilen enthält, außerdem wegen seiner feinstengeligen und weichen Beschaffenheit leichter durchnäßt wird, dagegen schwieriger trocknet und um so eher in Gärung und Fäulnis übergeht. Unter solchen Umständen ist es nicht zu verwundern, daß das Grummet zuweilen ganz verdirbt, mit Schimmelpilzen sich überzieht, dadurch den Tieren widerlich und sogar ihrer Gesundheit nachteilig wird, während es bei durchaus günstiger Witterung rasch getrocknet und eingefahren, ein vortreffliches Futter abgiebt.

Bekanntlich hat die natürliche Beschaffenheit und der Düngungs-

zustand des **Bodens** einen großen Einfluß auf die Güte des geernteten Futters. Auf kräftigem Boden wächst im allgemeinen ein besseres, namentlich stickstoffreicheres Futter, als auf einem armen Boden. Nach Beobachtungen in Tharand enthielt das Heu von einer gedüngten Wiese 12 %, das Heu von der ungedüngten Wiese nur 9 % Rohproteïn, und noch größere Differenzen ergeben sich oftmals, wenn man die auf einem und demselben Felde vorkommenden intensiv grün gefärbten „fetten" Pflanzen mit den „mageren" gelblich-grünen Exemplaren derselben Art und in gleicher Vegetationsperiode vergleicht. Dies zeigte sich z. B. bei Untersuchungen, welche in Möckern von Ritthausen ausgeführt wurden; die fetten Pflanzen von Hafer, Gerste, Weizen und Roggen enthielten zur Zeit des Schossens und der anfangenden Blüte in der Trockensubstanz 16,4 %, die mageren dagegen nur 10,4 % Rohproteïn. Von Interesse sind auch die Analysen, welche in Proskau vorgenommen und von Weiske veröffentlicht wurden. Das betreffende Futter war auf einem schweren Thonboden gewachsen und bestand neben einer geringen Beimengung von Rotklee zum größten Teile aus Timotheegras. Die eine Heuprobe stammte von Stellen des Feldes, welche in gewöhnlichem Düngungszustand sich befanden, die andere Probe war sog. Geilstellen desselben Feldes entnommen, wo nämlich durch den Urin der Weidetiere ein besonders üppiger Pflanzenwuchs veranlaßt worden war. Man fand in Prozenten der Trockensubstanz:

	Rohproteïn	Rohfaser	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Asche
Gewöhnlich gedüngt	11,0	22,5	4,2	56,3	6,0
Stark gedüngt . .	20,3	26,6	4,8	41,3	7,0

Dies sind also sehr beträchtliche Differenzen, namentlich im Gehalt an Rohproteïn und an stickstofffreien Extraktstoffen. Es ist bemerkenswert, daß bei sehr gesteigertem Stickstoffgehalt in den stark gedüngten Pflanzen auch die prozentige Menge der Rohfaser nicht unbedeutend zugenommen hat, wodurch möglicherweise eine relativ geringere Verdaulichkeit des Rohproteïns bedingt worden ist. Nach praktischer Erfahrung ist ein sehr üppig gewachsenes Futter, wie es auf stark gedüngtem Boden, namentlich aber auf Wässerungswiesen, an schattigen Orten oder in nassen Jahrgängen vorkommt, auch bei reichlichem Gehalt an Rohproteïn doch keineswegs besonders nährkräftig. Es kann dieses im Zusammenhang stehen mit dem großen Volumen eines solchen Futters, mit seiner grobfaserigen Beschaffenheit und verhältnismäßig geringen Schmackhaftigkeit.

Schließlich mögen noch die Veränderungen Erwähnung finden, welche das Heu manchmal durch Selbsterhitzung erleidet, wenn es

in einem nicht ganz lufttrockenen Zustande in großen Feimen zusammengepackt worden ist. Ein solches „Brennheu“ wurde von E. Mach und Portele in St. Michele (Südtirol) untersucht. Das Heu war vom 19. Juni bis 16. Juli in eine große Feime (von 850 cbm Inhalt) eingebracht und zeigte bis Ende August eine so starke Erhitzung, daß eine Selbstentzündung befürchtet wurde. Bei der Untersuchung fand man die oberste Schicht noch grün und unverändert, die tiefer gelegene Masse zuerst schwach und dann stark gebräunt und auf dem Boden der Feime förmliche Heukohle. Die drei ersteren Heusorten enthielten in Prozenten der Trockensubstanz:

	Asche	Rohproteïn	Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe	Organ. Substanz i. Summa
1. Unzersetzt . .	5,69	12,05	3,67	27,77	50,82	94,31
2. Schwachgebräunt	7,04	11,23	4,02	24,06	53,65	92,96
3. Stark gebräunt .	7,93	11,51	4,05	25,03	51,48	92,07
Auf gleiche Aschenmenge berechnet lieferten 100 Teile Trockensubstanz vom grünen Heu:						
2.	5,69	9,07	3,25	19,44	43,33	80,82
3.	5,69	8,54	2,92	17,97	36,63	71,85
Die Verluste betrugen in Prozenten der gleichnamigen Substanz:						
2.	0	24,64	11,45	29,77	14,66	19,18
3.	0	29,01	20,80	35,33	27,30	28,25

Von der Rohfaser ist hiernach anscheinend verhältnismäßig am meisten, von dem Rohfett oder vielmehr Ätherextrakt anscheinend am wenigsten verschwunden; Rohproteïn und stickstofffreie Extraktstoffe sind in ziemlich gleichem Verhältnis an dem Verluste beteiligt. Zu bedenken ist aber, daß durch die Gärung die Rohfaser leichter löslich wird und daher durch die gewöhnliche Bestimmung derselben niedrigere Zahlen im gebräunten Futter gefunden werden müssen. Hiernach geben obige Daten den Verlust an ursprünglichen Rohfaserbestandteilen zu hoch, den an stickstofffreien Extraktstoffen zu niedrig an.

Bezüglich der Bereitung von Braunheu, Preßheu, süßem und saurem Gärfutter aus Wiesenpflanzen sind die gleichen prinzipiellen Gesichtspunkte für die Beurteilung maßgebend, wie bei der Bereitung aus Klee und Mais. Mit letzteren Futterpflanzen ist die Herstellung solchen Futters früher wie jetzt mehr im Gebrauch, so daß erst in den folgenden Abschnitten näher darauf eingegangen werden soll.

2. Grünfutter und Heu von Rotklee. Aus den Tabellen im Anhang ersieht man, daß bei dem Kleeheu, ähnlich wie bei dem Wiesenheu, mit der größeren Proteïnmenge auch Rohfett und Aschen-

gehalt zunehmen, die Rohfaser dagegen abnimmt und der Prozentgehalt an stickstofffreien Extraktstoffen ziemlich unverändert bleibt, oder ein wenig sich vermindert. Bei dem Kleeheu bewegen sich die Schwankungen für die Proteïnsubstanz zwischen 12 und 18 %, für die Rohfaser zwischen 25 und 39 % der Trockensubstanz; natürlich muß man hierbei den ganz jungen Klee (Weideklee) ausnehmen, dessen Trockensubstanz bis 30 % Rohproteïn und kaum 18 % Rohfaser enthalten kann.

Während die Verdaulichkeit des Rohproteïns im Kleeheu ganz ebenso wie im Wiesenheu mit höherem Stickstoff- und geringerem Rohfasergehalt des Futtermittels zunimmt, ist es dagegen charakteristisch für das Kleeheu, daß die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe in den einzelnen Sorten von Rotkleeheu weniger großen Schwankungen unterliegt als die der Rohfaser. Es ist dies das umgekehrte Verhalten von dem, was man bei dem Wiesenheu beobachtet. Auch ist zu bemerken, daß die stickstofffreien Extraktstoffe und die Fettsubstanzen im Kleeheu meistens leichter verdaulich sind, die Rohfaser dagegen entschieden weniger vollständig verdaut wird, als im Wiesenheu. Man erkennt dieses besonders deutlich, wenn man die Verdauungs-Koëffizienten für die weniger guten und mittleren Sorten beider Futtermittel mit einander vergleicht. Die im einzelnen beobachteten Schwankungen im Verdauungs-Koëffizienten des Rohproteïns sind bei dem Kleeheu ebenso groß wie bei dem Wiesenheu; dieselben gehen von 43 bis zu 76. Für die Rohfaser sind die Schwankungen 39 bis 60, für die stickstofffreien Extraktstoffe 58 bis 83.

Die in der Praxis als Winterfutter vorkommenden Sorten von Rotkleeheu sind meistens von der Art, daß sie eher weniger Nährstoffe, besonders Proteïn enthalten, als in der Tabelle für „Rotklee in der Blüte geschnitten“ angegeben sind. Die Ursache hiervon ist zunächst, daß der Rotklee gewöhnlich in später Blüte geschnitten und zu Heu gemacht wird, in einem Zustand, in welchem er als Grünfutter bei ausschließlicher Verabreichung den Tieren nicht mehr zusagt und eine geringere Nährwirkung zeigt. Die Nährkraft des Futters wird aber oft noch mehr vermindert, indem beim Trocknen die Blätter und sonstigen zarten Teile der Pflanzen zerbröckeln und abfallen, so daß schließlich im fertigen Heu oft nur die gröberen und kahlen Stengel übrig geblieben sind. Was bei der Ernte an zarten Teilen noch erhalten bleibt, geht vollends leicht bei längerer Aufbewahrung in der Feime oder auf dem Boden verloren. Der betreffende Verlust ist um so bedeutender, als die Blätter des Klees besonders stickstoffreich sind und das darin vorhandene Proteïn leichter verdaulich

sein muß, als das der Kleestengel. Nach einer Beobachtung von Ritthausen enthielten die Blätter in der Trockensubstanz 22,3 %, die Stengel dagegen nur 12,0 % Rohproteïn, und von der Gesamtmenge des letzteren in der ganzen Pflanze kam auf die Blätter allein mehr als die Hälfte.

Eine weitere Verschlechterung des Kleeheus muß natürlich eintreten, wenn die Bereitung desselben bei ungünstiger Witterung erfolgt. Der Klee ist noch mehr der Gefahr des Verschlechterns ausgesetzt, als das gewöhnliche Wiesenheu. Außerdem trocknet der Klee langsamer als das Wiesengras, er kann also um so eher durch die Ungunst der Witterung beträchtlichen Schaden leiden. Dies beobachtete Ritthausen in Möckern, indem er zwei Kleeheuproben, beide im Beginn der Blütezeit auf einem und demselben Feld geschnitten, untersuchte, von denen die eine ohne allen wesentlichen Verlust rasch getrocknet, die andere aber auf sog. Kleereitern 14 Tage lang fast täglich von starken Regengüssen durchnäßt und ausgelaugt worden war; gleichwohl hatte auch die letztere Probe nach schließlichem Trocknen anscheinend eine leidliche Beschaffenheit und konnte immer noch als Futter benutzt werden. Er schloß aus seinen Untersuchungen, daß von der ursprünglich vorhandenen Trockensubstanz 3,8 % Eiweiß, 20,6 % stickstofffreie Extraktstoffe und 3,0 % Aschenbestandteile, im ganzen also 27,4 % durch Gärung und Auslaugen verloren gegangen waren. Die prozentige Zusammensetzung der beiderlei Kleesorten, auf lufttrockenen Zustand (mit 16,0 % Feuchtigkeit) berechnet, war folgende:

	Wasser	Rohproteïn	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe und Fett	Asche
Nicht beregnet	16,0	14,6	25,3	36,1	8,0
Beregnet	16,0	15,8	37,4	23,4	7,5

Wie man sieht, ist das beregnete Kleeheu trotz der stattgefundenen starken Auslaugung prozentig reicher an Rohproteïn, als das gut eingebrachte Heu. Dies stimmt überein mit anderweitigen Beobachtungen, z. B. in Proskau, nach welchem bei dem Auswaschen kleeartiger Pflanzen verhältnismäßig mehr stickstofffreie als stickstoffhaltige Nährstoffe entfernt werden, und es erklärt sich daraus, daß in der Praxis nicht selten ein Kleeheu vorkommt, welches, ungeachtet es ziemlich viel Rohproteïn enthält, dennoch zu den allerschlechtesten Sorten gehört, weil es bei großer Rohfasermenge und geringem Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen zugleich sehr grobfaserig und schwerverdaulich ist. Bei dem Verregnen von Rotklee ergiebt sich jedoch keineswegs immer eine Zunahme im prozentigen Gehalt der

Trockensubstanz an Rohproteïn, sondern oft findet eine Abnahme statt, wie z. B. Baesler in Regenwalde beobachtete.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich wohl mit genügender Klarheit, daß die mehrfach empfohlene Umwandlung der ganzen Masse des produzierten Grünklees in Dürrheu, wenigstens in größeren Wirtschaften, niemals Anklang und Eingang finden wird. Es sind damit zu große Gefahren und unvermeidliche Verluste verbunden, welche die etwaigen Vorteile, die durch Futtersparnis und rationeller Futtermischung bewirkt werden können, weit überwiegen. Auch ist es wichtig, den Grünklee in den verschiedenen Vegetationsperioden zur Verfütterung zu bringen, da namentlich der ganz junge Klee eine vorzügliche Nährwirkung ausübt und dadurch oft reichlich ersetzt, was ihm an Masse abgeht. In Hohenheim fand man den Proteïngehalt der Trockensubstanz des Rotklees in den verschiedenen Entwickelungsstadien desselben, zu Anfang Mai, ferner am 13. Juni, 23. Juni und 20. Juli beziehungsweise zu 23,3, 16,6, 13,4 und 11,4 %; ähnlich G. Kühn in Möckern am 20. Mai, 7. Juni und 20. Juni zu 19,6, 16,3 und 13,2 %. Daß aber mit dem abnehmenden Stickstoffgehalt im heranwachsenden Rotklee meistens auch die Verdaulichkeit des Rohproteïns, sowie der gesamten organischen Substanz bedeutend sich vermindert, ist schon erwähnt worden. Auch wenn die prozentige Zusammensetzung in der Trockensubstanz der Kleepflanze mit dem Fortschreiten der Vegetation manchmal sich nicht wesentlich verändert, zeigt sich gleichwohl eine rasche und beträchtliche Abnahme in der Verdaulichkeit des Futters, zunächst bezüglich des Rohproteïns und der Rohfaser. Dies ergiebt sich z. B. aus den Versuchsresultaten, welche man in Hohenheim bei der Verfütterung von Grünklee in vier verschiedenen Vegetationsstadien an Hammel erzielte (s. S. 90 und Tabelle II im Anhang).

Wenn man den Grünklee, wie in manchen Gegenden üblich ist, sehr frühzeitig zu schneiden anfängt, sobald er nur mit der Sichel gefaßt werden kann, so muß man in der Trockensubstanz dieses Futters wenigstens 20 % Rohproteïn annehmen und letzterem einen Verdauungs-Koëffizienten von etwa 75 beilegen, sowie auch für die übrigen Bestandteile die Verdauungs-Koëffizienten entsprechend erhöhen.

Durch Umwandlung von Rotklee, Luzerne und anderen Grünfutterarten in Braunheu und Sauerheu erhält man ein schmackhaftes, dem Vieh zusagendes Futter, vorausgesetzt, daß dabei alle erforderlichen Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden und weder eine Verkohlung, noch ein Verschimmeln der Masse eintritt. Um die Veränderungen zu verdeutlichen, welche bei dieser Art von Zubereitung des Futters stattfinden, teile ich hier einige in Proskau von Weiske

ausgeführte Untersuchungen mit, denen ich bezüglich des Sauerheues aus Rotklee (in angehender Blüte) die in Pommritz von Heiden vorgenommenen Analysen beifüge, sämtlich der besseren Übersicht wegen, auf Prozente der wasserfreien Substanz berechnet:

	Braunheu			Luzerne	
	vom Außenraud (fast unveränd.)	zwischen Mitte u. Außenrand	v. d. Mitte d. Haufens	als Dürrheu	als Braunheu
Rohproteïn	12,8	15,3	15,5	18,4	22,4
Rohfett	3,2	3,9	7,2	2,3	2,7
Rohfaser	26,2	27,0	28,9	34,0	37,0
Extraktstoffe	47,6	42,6	37,2	38,0	28,6
Asche	10,2	10,2	11,2	7,3	8,3

	Esparsette.		Rotklee.	
	Dürrheu	Sauerheu	frisch getr.	Sauerheu
Rohproteïn	18,6	20,4	20,0	22,1
Rohfett	2,9	6,0	5,3	9,8
Rohfaser	33,9	35,2	25,7	27,8
Extraktstoffe	37,9	30,9	40,5	28,7
Asche	6,7	7,5	8,5	11,6

Die Veränderungen infolge der betreffenden Zubereitung verlaufen im allgemeinen in derselben Richtung, wie diejenigen, welche das Futter durch starkes Beregnen erleidet, d. h. der prozentige Gehalt an Proteïnsubstanz, Rohfett und Rohfaser nimmt zu, die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe ab; die quantitativen Verhältnisse aber sind hierbei wesentlich verschieden. Man bemerkt zunächst, daß im Braunheu und noch mehr im Sauerheu die Menge des Rohfettes oder Ätherextraktes auffallend gesteigert ist. Es sind allerlei Umwandlungsprodukte, hauptsächlich der stickstofffreien Extraktstoffe, welche wie namentlich die Milchsäure in Äther auflöslich sind und daher nur anscheinend die Menge des Fettes vermehren. Die Abnahme ferner der stickstofffreien Extraktstoffe im Braun- und Sauerheu ist oft eine ebenso große wie im mehrfach beregneten Kleeheu, aber die prozentige Zunahme der Rohfaser in den erstgenannten Futterarten ist dem nicht entsprechend, sondern eine verhältnismäßig geringe (s. a. S. 109); es erfährt hiernach durch die Gärungsprozesse während der Braun- und Sauerheubereitung auch die Rohfaser, wenigstens teilweise eine Veränderung, sie wird leichter löslich und erleidet überhaupt das ganze Futter eine geringere Abnahme in seiner Verdaulichkeit, als es bei dem beregneten Kleeheu oftmals der Fall ist. Solches zeigte sich auch in Fütterungsversuchen mit Hammeln welche in Proskau von Weiske ausgeführt wurden, jedoch nur bezüglich des Braunheus und namentlich der

darin enthaltenen Rohfaser. Gelingt es durch Setzen nicht zu großer Haufen (Schweißdiemen in Holstein) sowohl einer übermäßigen Erhitzung vorzubeugen, als auch die völlige Trocknung des Braunheus zu beschleunigen und eine zu dunkle Färbung desselben zu vermeiden, so wird auch die Verdaulichkeit des Proteïns, wie neuere Untersuchungen von Falcke zeigen, sehr wenig geschädigt, auch seine Umwandlung in Amide auf ein geringes Maß beschränkt. Außerdem ist zu beachten, daß das Futter, welches beim Trocknen infolge ungünstiger Erntewitterung bedeutend an Schmackhaftigkeit verliert, durch die sorgfältige Umwandlung in Braun- und Sauerheu den Tieren angenehmer wird und bei der Winterfütterung gleichsam als Gewürz, als gedeihlicher Zusatz zu einem sonst weniger schmackhaften Futter dienen kann. Da endlich bei dieser Art der Heugewinnung die Ungunst der Witterung weniger störend einwirkt, so begreift man leicht, daß man davon oft große Vorteile erzielt, obgleich unleugbar ein Verlust an Substanz stattfindet und auch die an sich vorhandene Verdaulichkeit des Futters dadurch gewöhnlich nicht erhöht, eher vermindert wird.

Das Sauerfutter ist, in direkten Fütterungsversuchen auf seine Verdaulichkeit und Nährwirkung, mehr noch auf seine chemische Beschaffenheit sorgfältig geprüft worden, insbesondere auf den Versuchsstationen in Proskau und Breslau (Sauerfutter von Lupinen, Luzerne und Grünmais), ferner in Bonn (schwed. Klee), sowie in Münster und in Halle (Grünmais), wozu noch Untersuchungen von eingesäuerten Diffusionsschnitzeln (s. diese), Kartoffeln ꝛc. hinzukommen. Die Art und Höhe der Veränderungen, welche das betreffende Grünfutter infolge des Einsäuerns erleidet, erkennt man z. B. aus den Zahlen, welche Stutzer in Bonn bei schwedischem Klee ermittelt hat. Das untersuchte Material stammte von einem Gute, wo man in einer gemauerten Grube am 28. Juni 525 kg (mit 29,3 % Trockensubstanz) Grünklee fest eingestampft und davon am 8. November nach Verlauf von 128 Tagen an Sauerfutter 495 kg (mit 24,6 % Trockensubstanz) erhalten hatte. Man fand hierbei bezüglich der Gesamt-Trockensubstanz und der einzelnen Bestandteile (Eiweiß leicht verdaulich, Nukleïn nicht verdaulich):

	Trockensubstanz	Rohproteïn			Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe	
		Eiweiß	Nukleïn*)	Amid			leicht löslich	schwer löslich
Frisch . . kg	153,8	7,8	7,3	5,5	6,2	35,5	11,1	69,5
Gesäuert kg	121,9	4,2	6,8	5,2	9,0	33,3	—	50,6
Verlust . kg	31,9	3,6	0,4	0,3	+2,8	2,2	11,1	18,9
Desgl. in %	20,8	45,8	5,7	5,3	+46,0	6,2	100	27,2

*) Pepsinunlösliche Stickstoffverbindungen.

Der Verlust an Rohproteïn im ganzen betrug 20,5 %, an stickstofffreien Extraktstoffen 37,3 %. Man sieht, daß der Verlust weitaus am größten ist bei dem verdaulichen Eiweiß und den leichtlöslichen stickstofffreien Nährstoffen (Zucker, Gummi ꝛc.); es mußte daher infolge des Einsäuerns nicht allein die Gesamtmenge der Trockensubstanz, sondern auch die Verdaulichkeit und Nährkraft im Rückstande gegenüber dem ursprünglichen Grünfutter vermindert sein. Es ergab sich in Breslau, daß das nach Goffart'scher Methode im Verlaufe von etwa 4 Monaten bereitete Sauerfutter von Lupinen, Luzerne und Grünmais bezüglich der eigentlichen Eiweißstoffe nahe übereinstimmend einen Verlust von 60 %, bezüglich der Amidstoffe von nur 10 % erlitten hatte. In Münster fanden J. König und C. Böhmer, daß, während die Menge der wirklichen Eiweißsubstanz in dem frischen Grünmais 80,7 % von dem gesamten Rohproteïn betrug, dieser Prozentsatz in dem 7 Monate alten Sauerfutter bis auf 53,6 % gesunken war; ebenso waren nach Beobachtungen von Märcker in Halle 71,3 % des Rohproteïns im Grünmais wirkliches Eiweiß, im Sauermais dagegen nur 50,6 %. Hiernach wird also ein beträchtlicher Teil der Eiweißstoffe in Amide übergeführt. Weitere Untersuchungen bestätigen ferner die schon früher ermittelte Thatsache, daß die Menge des Ätherextraktes oder Rohfettes in dem Sauerfutter oft sehr bedeutend vermehrt ist; dies zeigte sich besonders auffallend bei den in Breslau von Weiske und B. Schulze ausgeführten Untersuchungen, indem der Gehalt der Trockensubstanz des Sauerfutters daran bei Lupinen von 4,5 bis auf 13,5 %, bei Sauermais von 2,1 bis auf 13,4 % und bei eingesäuerter Luzerne von 4,4 bis 8,8 % gestiegen war. Es war dies hautsächlich bedingt durch die reichliche Bildung von Milchsäure und Buttersäure, wovon in dem Sauerfutter der Lupinen beziehungsweise 2,38 und 3,58, zusammen 5,96 % und in dem Sauermais sogar 3,47 und 7,45, zusammen 10,92 % der Trockensubstanz gefunden wurden.

Der absolute Verlust an organischer Substanz ist je nach der Dauer des Einsäuerns und nach der dabei befolgten Methode sehr verschieden. Die Masse oder das Gewicht des Futters ist nicht immer maßgebend; während z. B. in Münster bei dem Einsäuern einer kleinen Quantität von 7 Ctrn. Grünmais im Verlaufe von 4 und selbst von 7 Monaten ein Verlust von nur 10 % der Gesamt-Trockensubstanz beobachtet wurde, betrug derselbe in Breslau, wo ebenfalls nur wenig, nämlich jedesmal 2 bis 2½ Ctr. Grünmais zu den Versuchen benutzt wurden, 25,7 bis 36,5 % bei viermonatlichem Einsäuern und in Halle, unter Anwendung von 1712,5 Ctrn. Grünmais im Verlaufe von 6—7 Monaten 23,4 %.

Bei Versuchen von B. Schulze in Breslau wurde ein größeres Quantum von in ca. 1,5 cm lange Stücke zerschnittenen Grünmais nach Goffarts Methode in einen Raum eingestampft, welcher eine besondere, durch Bretter abgegrenzte Abteilung eines großen, ebenfalls mit Sauerfutter angefüllten Silos (von 360 cbm Inhalt) bildete. Das Futter wurde frisch (Anfang Oktober) und nach fünfmonatlichem Einsäuern untersucht; es war im letzteren Zustande gut erhalten, von strohgelber Farbe und hatte einen angenehm säuerlichen Geruch. Man fand hierbei:

	Trockensubstanz %	In Prozenten der Trockensubstanz				
		Rohproteïn Eiweiß	Rohproteïn Nichteiweiß	Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe
Frisch . . .	16,83	5,13	2,62	1,85	35,95	46,22
Gesäuert . .	15,63	3,69	3,76	7,68	32,05	43,39

ferner dem Gewichte nach in kg:

	Trockensubstanz	In der Trockensubstanz				
		Rohproteïn Eiweiß	Rohproteïn Nichteiweiß	Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe
Frisch . . .	1094,1	56,1	28,3	20,2	393,3	505,7
Gesäuert . .	885,4	32,6	33,3	68,0	310,4	384,2
Verlust in kg	208,7	24,5	+ 5,0	+ 47,8	82,9	121,5
Desgl. in %	19,1	41,8	+ 17.7	+ 236,0	21,1	24,0

Es ergab sich hierbei, daß die Verluste in den ersten 2 bis 6 Monaten nach dem Einfüllen in die Gruben am größten sind, später aber ein gewisser Stillstand eintritt und alsdann die Zersetzung der organischen Substanz nur sehr langsam weiter vorschreitet.

Im großen Durchschnitt der Verhältnisse und bei sorgfältiger Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln, wozu vorzugsweise ein recht festes Einstampfen des auf der Häckselbank hinreichend fein zerschnittenen Grünfutters und ein vollständiger Abschluß der atmosphärischen Luft gehört, kann man annehmen, daß die Futtermasse im Verlaufe von 6 Monaten (von Mitte des Sommers bis gegen Ende des Jahres) 15—20 % der Gesamt-Trockensubstanz durch Zersetzung der organischen Stoffe, hauptsächlich der leicht löslichen Kohlehydrate und nächstdem der verdaulichen Eiweißkörper verliert.

In neuerer Zeit ist die Bereitung von sog. Süßfutter, sei es in Silos oder in oberirdisch angelegten Feimen, die durch Kettenpressen zusammengedrückt werden können, vielfach empfohlen worden und hat auch in Deutschland Anklang gefunden. Man läßt das Grünfutter etwas abwelken, womöglich bis es etwa 25—30 % Trockensubstanz enthält und preßt es dann in Silos unter starker Belastung (50 kg pro Quadratfuß) oder über der Erde durch kräftiges An-

ziehen der Schrauben (in der Johnson'schen, Blunt'schen ꝛc. Presse) zusammen. Hierbei erhitzt sich das Futter rasch und es ist wichtig, daß die Temperatur bis auf 60—70° C. steigt, dann aber rasch durch vermehrten Druck bis auf 50° sich vermindert, längere Zeit bei 40—50° C. verbleibt und sehr langsam weiter sinkt; es wird dadurch bewirkt, daß nur wenig von den übelriechenden flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure ꝛc.) sich bilden und außerdem die Zersetzung, also der Verlust an organischer Substanz manchmal nicht so bedeutend ist, wie bei der Bereitung des gewöhnlichen Sauerfutters, welches sonst dem Süßfutter (Süßheu, Preßheu) ähnlich ist und auch immer entsteht, wenn die Temperatur durch Selbsterhitzung nicht wenigstens 50° C. erreicht. Wenn dagegen die Temperatur anhaltend eine zu hohe ist, nur etwas länger 70° C. beträgt, so nimmt das Futter eine tief braune Farbe an und die Verdaulichkeit des Eiweißes sinkt fast auf Null, was besonders leicht stattfindet, wenn das Grünfutter zu stark abgewelkt war, über 30 bis gegen 40 % Trockensubstanz enthielt. Es wird dies bestätigt durch Ausnutzungsversuche, welche in dieser Richtung mit Hammeln 1891 in Hohenheim angestellt wurden. Die Verdaulichkeit des Rohproteïns war im Preßfutter aus Wiesengras von ursprünglich 56 bis auf 27 % der Gesamtmenge vermindert, die der Eiweißsubstanz, also mit Ausschluß von Nichteiweiß, fast absolut vernichtet. Ähnliches hat auch Albert bei zahlreichen in der Provinz Sachsen, von Praktikern ausgeführten Fütterungsversuchen beobachtet und zugleich gefunden, daß die Verdaulichkeit des Rohproteïns sich nicht oder nur wenig verändert, wenn das Preßfutter in seiner Beschaffenheit dem gewöhnlichen Sauerfutter gleicht, wenn nämlich die in der Feime erreichte Temperatur eine zu niedrige war, was namentlich leicht bei großer Wässerigkeit des Grünfutters, bei einem Gehalt desselben von nur 12—18 % Trockensubstanz vorkommt. Es hat aber dann die Umwandlung von Eiweiß in Amidstoffe und die Säurebildung in noch höherem Grade, als sonst stattgefunden und es sind reichlich flüchtige Ammoniakverbindungen vorhanden, welche nach Albert unter solchen Umständen bis auf 31 % des gesamten Rohproteïns ansteigen können.

In einer Probe von sehr gut geratenem Süßfutter aus Klee, sowie in einer Probe von gewöhnlichem Kleeheu, welches zu gleicher Zeit auf demselben Felde geerntet worden war, fand Stutzer in Bonn in Prozenten der Trockensubstanz (frisch etwa 70 % Wasser):

	Rohproteïn	Rohfett	Rohfaser	Nfr. Extraktstoffe	Mineralstoffe
Kleeheu . . .	16,07	3,47	35,75	37,74	6,98
Süßheu . . .	18,73	6,50	28,27	38,51	7,79

	In $^0/_0$ d. Nfr. Extraktstoffe Zucker	In $^0/_0$ des Rohproteïns. Amidstoffe	Eiweiß verdaulich	Eiweiß unverdaulich
Kleeheu	5,38	17,7	53,8	28,5
Süßheu	6,64	43,3	35,9	20,8

Auch bei der Bereitung von Süßheu ergeben sich, je nach dem Gelingen der Operation, mehr oder weniger beträchtliche Verluste an organischer Substanz und abgesehen davon erleidet auch die Nährkraft der organischen Substanz bei der Umwandlung eines an sich guten Grünfutters in Sauer- oder Süßheu eine Verminderung. Es ist dies durch die, auch bei der Bereitung von Süßfutter nicht zu vermeidende Zersetzung leicht verdaulicher Kohlehydrate, sowie durch den Zerfall von Eiweiß und dessen Umwandlung in Amidstoffe bedingt. Die saure Beschaffenheit hat nach den Versuchen von Weiske in Breslau keinen nachteiligen, überhaupt keinen ändernden Einfluß auf die Ausnutznng des Futters. Gleichwohl wird es sich empfehlen, nicht zu große Rationen zu verabreichen und auch das sonstige Futter, namentlich bezüglich seines Gehalts an verdaulichem Eiweiß passend auszuwählen. Das möchte ganz besonders bei der Fütterung der Milchkühe zu beachten sein, während an Zugochsen und Masttiere schon größere Quantitäten ohne Nachteil gefüttert werden können, womit auch die aus der Praxis bisher vorliegenden Erfahrungen (aus England, Holland und Deutschland) im allgemeinen übereinstimmen. In Versuchen von Lawes und Gilbert hatten 29,6 kg Sauerfutter aus Rotklee, neben geeignetem Kraftfutter bei Mastochsen reichlich dieselbe Wirkung wie 5,3 kg Kleeheu + 22,4 kg Rüben. Bei einem Versuch von L. Broekema und A. Mayer mit Milchkühen war freilich bei Verabreichung von Sauerfutter aus Gras, gegenüber der Fütterung mit dem aus demselben Gras bereiteten Dürrheu die Menge der produzierten Milch nicht verändert und der Fettgehalt darin sogar erhöht, aber es ergab sich eine auffallend rasche Abnahme im Lebendgewicht, eine starke Abmagerung der Tiere. Kirchner in Halle beobachtete, daß bei Ersatz von 20 kg Runkelrüben durch eine nahezu gleiche Menge Sauermais zwar die Wirkung des Futters auf Milchmenge und Lebendgewicht der Tiere fast unverändert blieb, aber der Geschmack der produzierten Milch war nicht mehr rein und die betreffende Butter in Geschmack, Konsistenz und Haltbarkeit sehr mangelhaft, während an anderen Orten allerdings günstigere Resultate erzielt wurden. Das Einfeimen in Gruben (gemauerten Silo's) und eventuell auch in Pressen über der Erde ist gewiß für schlechte, unsichere Witterung, zumal im Herbst und für Grünmais oder ähn-

liche, langsam und schwierig trocknende Futtermittel zu empfehlen; bei hinreichend gutem Wetter aber und für gewöhnliches Wiesenfutter verdient nach dem Urteil der meisten Landwirte die Bereitung von Dürrheu den Vorzug.

3. Grünfutter und Heu der Luzerne. Diese Futterpflanze ist meistens noch stickstoffreicher als der Rotklee, aber von dem Beginn der Blüte an einer rascheren Verholzung unterworfen. Nach einer in Möckern von G. Kühn vorgenommenen Untersuchung enthielt die Trockensubstanz der Luzerne am 24. April, 22. Mai und 3. Juli an Rohproteïn beziehungsweise 34,4, 26,3 und 17,8 %, und an Rohfaser 22,0, 27,5 und 48,5 %. Man hat also alle Ursache, die Luzerne, soweit sie nicht als Grünfutter Verwendung finden kann, möglichst frühzeitig zu schneiden und zu trocknen. In den bisher ausgeführten Verdauungsversuchen, in welchen man die Luzerne teils als Grünfutter, teils als Heu an Ochsen und an Hammel verfütterte, hat man offenbar ein sehr gutes Futter dieser Art benutzt, und es sind daher die in den Tabellen angegebenen Mittelzahlen verhältnismäßig hohe. Gleichwohl kann man annehmen, daß das Rohproteïn der Luzerne eine größere Verdaulichkeit hat, als das des Rotklees, selbst bei gleichem Stickstoffgehalt beider Futtermittel; dagegen ist die Rohfaser in der Luzerne weniger verdaulich als im Rotklee, während bezüglich der stickstofffreien Extraktstoffe ziemlich übereinstimmende Verdauungsverhältnisse vorhanden sind und das Rohfett, ähnlich wie im Wiesenheu, sehr schwer verdaulich zu sein scheint. Die Luzerne ist absolut und relativ ein stickstoffreiches Futtermittel, so daß bei deren ausschließlichen Verfütterung, namentlich im grünen Zustand noch leichter eine große Verschwendung von wertvoller Substanz stattfindet, als bei dem Grünklee, was in der Praxis wohl zu beachten ist. Bezüglich der Luzerne ist zum erstenmal, und zwar in Proskau von Weiske, durch direkte Fütterungsversuche mit Hammeln der bestimmte Nachweis geliefert worden, daß das Trocknen bei gewöhnlicher Lufttemperatur, das alleinige Verdunsten des Wassers, die Verdaulichkeitsverhältnisse der festen Bestandteile in keiner Weise verändert; im übrigen aber gilt für die Luzerne ganz dasselbe, was über die möglichen und zum Teil unvermeidlichen Verluste bei der Heubereitung des Rotklees gesagt worden ist. Wenn bei der Ernte ungünstige Witterung eintritt und infolge dessen die Luzerne sehr lange auf dem Felde liegen bleibt, so ist der Verlust an wertvollen Bestandteilen ein besonders großer, wie man aus Untersuchungen ersieht, die in Halle von Märcker ausgeführt wurden. Bei gleichem Wassergehalt (15 %) fand man in der ganz ohne Verluste getrockneten Luzerne (a), ferner nachdem das betreffende Futter beziehungsweise

17 (b) und 25 Tage lang (c) auf dem Felde dem Einfluß von Wind und Wetter ausgesetzt gewesen war:

	Stickstoff-substanz	Roh-faser	Stickstofffr. Nährstoffe	Mineral-stoffe
a)	14,2	25,5	37,1	8,2
b)	13,6	28,8	35,4	7,2
c)	11,3	34,0	32,6	7,1

Auf Grund des prozentig zunehmenden Rohfasergehaltes berechnet sich in (c) der Verlust an Trockensubstanz auf 25 %; wenn man aber beachtet, daß dieser Verlust vorzugsweise auf die leichtverdaulichen Bestandteile sich bezieht und auch die Schmackhaftigkeit der Luzerne für die Tiere bedeutend abnimmt, so ist die Verminderung des wirklichen Futterwertes im vorliegenden Falle eine noch weit größere.

Die große Leichtverdaulichkeit, welche man bereits mehrfach in direkten Fütterungsversuchen für das Rohproteïn in der Luzerne, sowie auch in den Grünwicken und dem Lupinenheu gefunden hat, steht zum Teil im Zusammenhange mit dem relativ hohen Gehalt dieser Futtermittel an Amidverbindungen. Der Stickstoff darin betrug kurz vor der Blüte, bei dem Lupinenheu sogar gegen Ende der Blüte, also zu einer Zeit, wo oft die Verfütterung der geernteten Masse stattfindet, ein volles Drittel von dem Gesamtstickstoff, fast doppelt so viel als im gewöhnlichen Wiesenheu vorzukommen pflegt. Ähnlich verhält es sich mit dem Rotklee und überhaupt mit allen Pflanzen, welche zur Zeit der Blüte oder der Ernte noch im lebhaften Wachstum sich befinden, immer noch neue Blätter und Stengel treiben; die organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur sind nämlich in den Knospen und jungen Trieben stets in besonders großer Menge angehäuft.

4. Wickenheu wurde in Hohenheim auf seine Verdaulichkeit geprüft; die in der Tabelle (s. Anhang) angegebenen Zahlen bezeichnen die mittleren Resultate aus sechs Einzelversuchen mit Hammeln. Das verfütterte Wickenheu war allerdings von vorzüglicher Güte, nämlich in kaum beginnender Blüte der Pflanze geschnitten und bei günstiger Witterung getrocknet; es ist daher begreiflich, daß die Verdauungskoëffizienten denen des besten Kleeheus ähnlich gefunden wurden, bei dem hohen Gehalt an Rohproteïn (23,8 % der Trockensubstanz) für das Wickenheu sogar noch höher ausfielen (= 76). Auch die Futterwicken verholzen mit dem Beginn der Blüte rasch und nehmen daher bei fortschreitender Vegetation bald eine andere Zusammensetzung an; so werden die Grünwicken, welche Weiske in Proskau untersuchte, wohl in voller Blüte sich befunden haben, da sie in der Trocken-

substanz 18,3 % Rohproteïn und 34,4 % Rohfaser enthielten. In Waldau fand Ritthausen, daß in der Trockensubstanz der Futterwicken vom 23. Mai bis zum 12. Juli, also mit der fortschreitenden Vegetation der Pflanze, der Gehalt an Rohproteïn von 25,4 bis auf 13,8 % sich verminderte, während gleichzeitig der Rohfasergehalt von 20,8 bis 39,8 % zunahm. Jedoch wird man den Futterwicken in dem Zustand, in welchem sie gewöhnlich zur Verfütterung gelangen, einen höheren Stickstoffgehalt als dem Rotklee beilegen müssen.

5. Lupinenheu. Die gelbblühenden Lupinen liefern, wenn sie nach eben beendigter Blüte geschnitten sind, die stickstoffreichste von allen bekannten Grün- und Rauhfutterarten; das Lupinenheu, welches Heidepriem auf der Versuchsstation Köthen zu Verdauungsversuchen mit Hammeln benutzte, war zur Zeit der beginnenden Schotenbildung, vielleicht etwas früher als sonst in der Praxis üblich ist, geerntet worden und enthielt in der Trockensubstanz 27,8 % Rohproteïn. Die Verdaulichkeit des letzteren wurde zu 74 % gefunden, also fast ebenso wie im Wickenheu und in der Luzerne. Auffallend ist der hohe Verdauungskoëffizient, welcher für die Rohfaser im Lupinenheu ermittelt wurde, nämlich ebenfalls 74, während derselbe bei dem ähnlich zusammengesetzten Wickenheu (54) und namentlich bei der Luzerne (38) weit niedriger sich ergab. Es bildet daher auch das Lupinenheu eine Ausnahme von der sonst geltenden Regel, daß die stickstofffreien Extraktstoffe ihrer Menge nach übereinstimmen mit dem von den wiederkäuenden Tieren wirklich verdauten Anteil dieser Stoffe und der Rohfaser zusammengenommen, das betreffende Verhältnis war für das verfütterte Lupinenheu = 100 : 134. Bekanntlich kann das Heu und Grünfutter der Lupinen, ebenso wie der Samen (s. d.) fast nur an Schafe verfüttert werden, da andere landwirtschaftliche Tiere wegen des darin enthaltenen Bitterstoffes dasselbe nur ungern aufnehmen. Der hohe Stickstoffgehalt aber des Lupinenheues läßt dasselbe als ein sehr wertvolles Futtermittel erscheinen, und zwar um so mehr, als diese Pflanze hauptsächlich auf einem leichten sandigen Boden gedeiht und somit wesentlich zur Kräftigung des letzteren beitragen kann; jedoch muß es selbst an Schafe mit Vorsicht und nur im Gemenge mit anderweitigen und stickstoffärmeren Futtermitteln verabreicht werden. Übrigens haben sich auch für das Lupinenheu nach neueren Analysen bedeutende Schwankungen in der Zusammensetzung ergeben, je nach den Boden- und Witterungsverhältnissen, unter welchen es gewachsen war; so im Gehalt an Rohproteïn von 15 bis 28 und an Rohfaser von 28 bis 40 %. Die oft schädlichen und nicht selten sogar tödlichen Wirkungen (Gelbsucht ꝛc. der Schafe) des verfütterten Lupinenheues

scheinen nach Untersuchungen von J. Kühn durch ein eigentümliches Ferment (Ictrogen, Lupinotoxin), welches unter gewissen Boden-, Düngungs-, Witterungs- und vielleicht auch Aufbewahrungsverhältnissen in der Pflanze sich bildet, bedingt zu sein. Durch Erhitzen, namentlich durch längeres, 4—5stündiges Dämpfen des Lupinenheues bei 1—2 Atmosphären Überdruck, oder kürzeres, 1—2stündiges Dämpfen bei 4—6 Atmosphären Druck kann man, wie es scheint, das betreffende Ferment in seinen schädlichen Wirkungen abtöten und ein auch unter solchen Verhältnissen gesundes, den Schafen zusagendes Futter herstellen, eine Operation, welche bei dem voluminösen Heu meist mit zu viel Schwierigkeiten in der Praxis verknüpft ist. Die Herstellung von Braunheu resp. Preßfutter aus Lupinen scheint nach mehrfachen Erfahrungen die Giftigkeit, wenn auch nicht sicher, aufheben zu können.

6. Sonstige Heu- und Grünfutterarten. Außer den im Vorhergehenden genannten giebt es noch eine große Anzahl von Pflanzen, welche teils für sich allein im frischen oder heutrockenen Zustand zur Verfütterung gelangen, teils als mehr oder weniger vorherrschende Bestandteile gewisser Heu- und Grünfutterarten auftreten. Alle diese Pflanzen sind schon mehrfach der chemischen Analyse unterworfen, aber bis jetzt nur ausnahmsweise zu direkten und exakten Fütterungsversuchen benutzt worden; jedoch läßt sich deren Verdaulichkeit und Nährkraft, nach Analogie anderer ihnen ähnlicher Futtermittel auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung wenigstens annähernd richtig beurteilen.

Der sog. Bastard- oder schwedische Klee hat eine dem Rotklee ganz ähnliche Beschaffenheit, nur ist er meistens etwas zarter und stickstoffreicher, und kann noch in einem vorgerückteren Stadium der Vegetation, in voller Blüte der Pflanze, mit Vorteil verfüttert werden. Dies ist im noch höheren Grade bei dem Weißklee der Fall, welcher jedoch gewöhnlich nur zur Weidenutzung im Gemenge mit anderen Kleearten und Gräsern angebaut wird. Auch die Hopfenluzerne (gelber Klee) muß nach mechanischer Beschaffenheit und chemischer Zusammensetzung als ein vortreffliches Futtermittel angesehen werden, während der Inkarnatklee leicht verholzt und im allgemeinen einen geringeren Nährwert hat. Der Inkarnatklee wird nach Beobachtungen von Stutzer in Bonn am vorteilhaftesten Ende Mai oder zu Anfang Juni geerntet. Nach dieser Zeit fand fast gar kein weiterer Zuwachs an organischer Substanz statt und der Gehalt an Nichteiweiß-Stickstoff, welcher am 14. Mai 30,3 und am 24. Mai noch 23,9 % des Gesamtstickstoffes betrug, war (31. Mai) bis auf 5,0 % gesunken, also in dieser Vegetationsperiode auch mehr

wirkliches Eiweiß vorhanden. Die Esparsette steht nach den bisher vorliegenden Analysen dem Rotklee im Stickstoffgehalt wenigstens gleich und scheint in der Blüteperiode länger seine Schmackhaftigkeit und Leichtverdaulichkeit zu behaupten. Auf mehr trockenen, sandigen Böden wird häufig Wundklee kultiviert; diese Pflanze ist meist stickstoffärmer, als die vorher genannten Futterarten, aber sie enthält auch weniger Rohfaser und ist überhaupt nicht im gleichen Grade einer raschen Verholzung ausgesetzt. Eine andere, auf Sandboden kultivierte Pflanze, die Serradella, liefert ein besonders feines, schmackhaftes und leicht verdauliches Futter; sie unterscheidet sich dadurch vorteilhaft von anderen Futterpflanzen, daß sie einen großen Futterwert, namentlich auch ihren hohen Proteïngehalt fast bis zum Ende der Blüte beibehält, aber freilich giebt sie oft einen ziemlich geringen Ertrag und bei der Heubereitung gehen die Blätter, also die als Futter wertvollsten Teile leicht verloren, so daß schon aus diesem Grunde, außerdem aber wegen eines nicht unbeträchtlichen Nachwuchses ein zu spätes Schneiden der Serradella nicht ratsam ist, wie neuere, in Proskau ausgeführte Anbau- und Fütterungsversuche bestätigen. Ähnlich verhält sich der Ackerspörgel, welcher wohl nur als Grünfutter benutzt wird, und namentlich auf die Milchproduktion einen günstigen Einfluß äußert. In neuerer Zeit werden auch Sandluzerne, Sandwicke empfohlen, sowie allerlei Lathyrusarten (Waldplatterbse), welche selbst auf dem ärmsten, steinigen Boden manchmal reiche Erträge liefert. Bei dem Verfüttern der Lathyrusarten ist Vorsicht geboten, da der oft reichliche Gehalt an aromatischen Bestandteilen (z. B. Cumarin) den Tieren widersteht und sie, besonders anfänglich, veranlaßt das Futter zu verweigern.

Der Grünmais von hochwachsenden und spätblühenden Sorten (z. B. Pferdezahnmais), welche in kräftigem Boden einen großen Rohertrag liefern, ist ein sehr wässeriges und stickstoffarmes, aber wegen seines hohen Zuckergehalts namentlich für Kühe schmackhaftes Futter; bei ausschließlicher Verabreichung wirkt ein solcher Grünmais wegen seines zu weiten Nährstoffverhältnisses oft nachteilig für die Milchproduktion, namentlich für die Qualität der Milch, — günstig dagegen, wenn er gleichzeitig mit stickstoffreichen Grünfutterarten von den Tieren verzehrt wird. Der Grünmais wird besonders häufig zur Bereitung von Sauer- und Süßfutter benutzt (s. S. 114 ff). Von frühreifen Maissorten erhält man ein stickstoffreicheres und zur ausschließlichen Verfütterung mehr geeignetes Material, aber dieselben erfordern zu ihrem Gedeihen meistens ein wärmeres Klima, und die Ernte fällt nicht so reichlich aus. Noch mehr auf Süddeutschland beschränkt ist der Anbau und die Benutzung der Sorghopflanze

als Grünfutter. Dagegen kann auf leichtem Boden der Buchweizen, besonders im Gemenge mit einer Sommerhalmfrucht ausgesäet, noch im Herbst ein wertvolles Grünfutter liefern. Ein vorzügliches Futter, namentlich für Pferde, bilden die jungen Pflanzen der gewöhnlichen Ackerdistel; es soll, wie man sagt, „blutreinigend“ wirken, wenn man dieses für die gute Kultur des Ackerlandes so lästige Unkraut im Frühjahr verfüttert.

Von den Blättern der Rübenarten sind diejenigen der Futterrunkeln und Zuckerrüben bei großer Wässerigkeit ziemlich stickstoffreich; sie müssen mit Vorsicht gefüttert werden, da sie wegen ihres großen Gehalts an Salzen und organischen Säuren (Oxalsäure) stark abführende Eigenschaften haben und deshalb am besten als Zusatz zu anderem Futter, event. nach vorherigem Einsäuren zu benutzen sind. In direkten Versuchen, welche E. Wildt auf der Versuchsstation Kuschen ausführte, wurde beobachtet, daß Hammel von der organischen Substanz der eingesäuerten Runkelblätter 57 % verdauten. Nach den in Hohenheim von O. Kellner vorgenommenen Untersuchungen ist der Gehalt der Runkelblätter an Oxalsäure nicht so groß, wie man bisher gewöhnlich annahm, er betrug 3,51 % der Trockensubstanz, wovon 1,44 % in Wasser löslich waren, welche Menge infolge des Einsäuerns bis auf kaum 1/3 sich verminderte. Da außerdem bei längerem Einsäuern der Blätter, wie sich weiter ergab, die löslichen Mineralsalze oft mehr als zur Hälfte mit dem ausgepreßten Safte abfließen und versickern, so scheint auf diese Weise jene schädliche Eigenschaft sich verlieren, die Qualität also des Futters sich verbessern zu müssen. Dagegen ist allerdings der Verlust an Quantität oft ein sehr beträchtlicher, an Trockensubstanz nämlich nach den Hohenheimer Versuchen 20 bis 50 % der ursprünglich vorhandenen Masse, an Gesamtstickstoff sogar 28 bis 60 %; in letzterer Hinsicht ist der Verlust um so empfindlicher, als er mehr noch auf Eiweißstoffe (52 bis 68 %), als auf sonstige Stickstoffverbindungen sich bezieht. In den frischen Blättern waren von 100 Teilen des Gesamtstickstoffes 72 Teile im Eiweiß, 25 Teile in anderen organischen Verbindungen und 3 Teile in Salpetersäure enthalten, während nach 4 1/2 monatlichem Einsäuern von dem übriggebliebenen Gesamtstickstoff nur 48 bis 57 % in Eiweißstoffen und Peptonen, 43 bis 52 % in anderen organischen, hauptsächlich amidartigen Verbindungen sich vorfanden. In Versuchen, über welche Märcker berichtet, war der Verlust nach fünfmonatlichem Einsäuern an organischer Substanz 31 %, an Rohproteïn und stickstofffreien Extraktstoffen 36 bis 39 %. Die größere oder geringere Sorgfalt, womit das Einsäuern der Rübenblätter,

sowie auch anderer Futterarten geschieht, ist in hohem Grade bedingend für Quantität und Qualität der Masse, wie namentlich Stutzer, zunächst bezüglich des Rohproteïns nachgewiesen hat. Rübenblätter mit Köpfen wurden a) im Herbste frisch untersucht, b) in gut gemauerter und gut zugedeckter Grube bis zum März, c) in Erdgruben schlecht, ebenfalls bis zum März aufbewahrt. Mittelst künstlicher Verdauung fand man in Prozenten der Trockensubstanz an Rohproteïn:

Verdaulich	Unverdaulich
a 15,18; b 11,62; c 2,93;	a 6,13; b 8,00; c 12,00

Nur das ursprünglich schon vorhandene unverdauliche Eiweiß bleibt hiernach in absoluter Menge unverändert zurück; in c war die Hälfte der Trockensubstanz von a verschwunden und daher die prozentige Menge der unverdauliche Eiweißsubstanz schließlich verdoppelt. Das verdauliche Eiweiß dagegen, bzw. Amid wird nach und nach durch Fäulnis zerstört und der Stickstoff als Ammoniak ꝛc. verflüchtigt. Der oft große Sandgehalt der eingesäuerten Rübenblätter hat zu dem Vorschlage geführt, sie vor dem Verfüttern zu waschen. Nach Märcker kann dadurch in der That der größte Teil des Sandes entfernt werden, zugleich berechnet er bei seinen Versuchen einen Verlust von 26 % der organischen Substanz. F. Lehmann fand bei Füttern gewaschener und nicht gewaschener Rübenblätter an Hammel einen Verlust von im Mittel nur 9 % der verdaulichen organischen Substanz durch das Waschen. Ganz wesentlich werden dadurch die Amide, ferner lösliche Fettsäuren und Alkalisalze entfernt, so daß das Futter relativ bekömmlicher werden kann. Durch Trocknen der Blätter durch freies Aufhängen an Bäumen, Leitern ꝛc. können sie, wie B. Schulze nachwies, mit sehr geringen Verlusten getrocknet und damit konserviert werden, so daß sich letzteres bei Vorhandensein von Arbeitskräften am meisten empfiehlt.

Die Möhrenblätter und Kohlrübenblätter haben die bei den Runkelblättern erwähnten nachteiligen Eigenschaften nicht oder in geringerem Grade, und daß Viehkohl und Weißkraut für Milchkühe vortreffliche Futtermittel abgeben, ist aus der Praxis hinreichend bekannt. Das Kraut der Kartoffeln kommt als Futter kaum in Betracht und hat auch bei der Verfütterung zu Anfang Oktober in direkten Versuchen als relativ schwerverdaulich und oft schädlich sich erwiesen; die Blätter aber und die zarten Teile der Topinamburstengel werden von den Schafen sehr gern und mit gutem Erfolg gefressen. Dasselbe ist auch bezüglich des Baumlaubes der Fall, welches bei mittlerem Stickstoffgehalt durch niedrigen Gehalt an Rohfaser (kaum 10 bis 12 % im heutrockenen Zustand)

sich auszeichnet, dagegen an Fettsubstanz (Ätherextrakt) bis 10 % enthält. Am häufigsten werden die Blätter von Pappeln, Linden, Eschen, Weiden und Erlen, auch Reblaub und in Italien im Herbst Maulbeerblätter benutzt; die Blätter von Birken und Buchen sollen weniger günstig, grüne Nadeln oft schädlich wirken, diejenigen des Eibenbaumes sogar in dem Grade, daß schon 150 bis 180 g imstande sind, ein kräftiges Pferd rasch zu töten. Die größte Nährwirkung haben die Blätter, wenn sie frühzeitig, schon im Juli und August von den Bäumen abgenommen werden; aber auch noch zu Anfang Oktober zeigte sich das Pappellaub als ziemlich leichtverdaulich, indem nach Versuchen von Wildt in Kuschen die gesamte organische Substanz darin von Hammeln zu 58, das Rohproteïn zu 56 % verdaut wurde.

In neuerer Zeit ist mehrfach auf den Wert des Reisigfutters hingewiesen worden, zuerst von Ramann in Eberswalde. Dünne Reiser von 1—2 cm Durchmesser sind nach vorliegenden Analysen im Winter reicher an Nährstoff, als im Frühjahr, namentlich an Proteïn (z. B. Buchenreisig bezw. 5,6 und 3,1, Birkenreisig 6,1 und 4,1 % in der Trockensubstanz) und an Strärkemehl. Gleichwohl wird dem Reisigfutter keine große Zukunft prophezeit und nur da als rentabel erachtet, wo es billig ist, also in der Nähe der betreffenden Waldungen, namentlich in futter- und streuarmen Jahren. Einen bedeutend größeren Nähreffekt werden die jungen Triebe der Bäume äußern, wenn sie mitsamt den ansitzenden Blättern, etwa im Juli oder August geerntet sind und verfüttert werden; auf diese Weise könnten vielleicht die Eichenschälwaldungen beträchtlichen Nebengewinn liefern, welchen Päßler-Tharand, wohl etwas hoch, auf 160—190 M pro Hektar berechnet. Je nach dem Durchmesser der Zweige, der Gattung der Bäume und je nach der Zeit der Ernte hat das Reisigfutter einen sehr verschiedenen Nährstoffgehalt und Nährwert, wie besonders Lehmann in Göttingen durch Ausnutzungsversuche mit Hammeln nachgewiesen hat. Buchenreisig aus etwas älteren und Akazienreisig aus jüngeren Zweigen, beide im Winter geschnitten, enthielten in der Trockensubstanz bezw. 4,7 und 11,3 % Rohproteïn und von der Gesamttrockensubstanz waren verdaulich 11,5 und 36,0 %, dem Rohproteïn 16,2 und 55,8 %, von den stickstofffreien Extraktstoffen 16,4 und 47,4 %. Pappelreisig (bis 1 cm Durchmesser) mit Laub im Juli geschnitten, war zu 42 % der Trockensubstanz verdaulich.

Was endlich die auf dem Acker angebauten Gräser betrifft, Raigras, Timotheegras, Knaulgras &c. so liefern sie in der Jugend, ebenso wie die vor dem Beginn der Blüte geschnittenen Halmfrüchte,

sämtlich ein nährkräftiges Futter, welches dem Weidegras hauptsächlich nur an Schmackhaftigkeit nachsteht. Die Auswahl der einzelnen Gräser für den Anbau im großen ist natürlich bedingt durch Bodenbeschaffenheit, Klima, Ausdauer der Pflanzen, Höhe des zu erwartenden Ernteertrags und durch sonstige in der Praxis vorkommende und zu beachtende Verhältnisse. An Amidverbindungen scheinen die auf dem Felde, namentlich die im düngkräftigen Boden kultivierten Gräser noch reicher zu sein, als das gewöhnliche Wiesenfutter in gleicher Vegetationsperiode.

7. Stroh der Cerealien. Das Stroh der Sommerhalmfrüchte ist durchschnittlich ärmer an Rohfaser, dagegen etwas reicher an Rohproteïn als das Stroh der Winterhalmfrüchte. Von dem ersteren hat man hauptsächlich das Haferstroh auf seine Verdaulichkeit geprüft; nach Versuchen von Henneberg und Stohmann in Weende ergab sich bei ausschließlicher Verfütterung desselben an Ochsen als Verdauungs-Koëffizient für das Rohproteïn die Zahl 44 und 39, während in Versuchen mit Hammeln, welche man in Hohenheim ausführte, die weit niedrigere Zahl 24 gefunden wurde, und zwar bei fast gleich hohem Gehalt des Haferstrohes an Rohproteïn. In den letzteren Versuchen war das Haferstroh hartstengelig und bei Drillkultur der Pflanze gewachsen. Als mittleren Verdauungs-Koëffizienten des Haferstrohproteïns wird man kaum eine höhere Zahl als 35 annehmen können. Die Rohfaser ist im Haferstroh völlig ebenso leicht verdaulich, wie im guten Wiesenheu, dagegen werden die stickstofffreien Extraktstoffe und auch das Rohfett entschieden weniger ausgenutzt. Über die Verdaulichkeit des Gerstestrohes sind bis jetzt erst wenige Versuche angestellt worden. In Kuschen fand Wildt den Verdauungs-Koëffizienten für das Rohproteïn auffallend niedrig, zu etwa 20; das betreffende Gerstestroh war aber stark ausgereift und enthielt in der Trockensubstanz 4,8 % Rohproteïn. Gleichwohl wurden die stickstofffreien Extraktstoffe zu 54 und die Rohfaser zu 56 % verdaut; oftmals wird auch die prozentige Verdauung des Rohproteïns im Gerstestroh eine größere sein und dieses als ein gutes Futterstroh sich erweisen, namentlich wenn demselben, wie häufig der Fall ist, junger Klee oder sonstige grüne Kräuter in größerer Menge beigemischt sind.

Die erwähnten Verdauungsverhältnisse treten ganz in derselben Richtung bei dem Stroh der Winterhalmfrüchte auf, nur fallen die betreffenden Koëffizienten teilweise noch niedriger aus. Letzteres zeigt sich insbesondere bezüglich des Rohproteïns; die Rohfaser aber wird fast ebenso gut verdaut wie in dem Stroh der Sommerhalmfrüchte.

8. Stroh der Hülsenfrüchte. Die für Ackerbohnenstroh in

der Tabelle (s. Anhang) angegebenen Verdauungs-Koëffizienten sind aus einigen in Weende und in Proskau ausgeführten Versuchen abgeleitet. Es ist in diesem Futtermittel, ähnlich wie im Kleeheu, die Rohfaser relativ schwer verdaulich, während die stickstofffreien Extraktstoffe reichlicher verdaut werden. Mit Erbsenstroh sind ferner einige Versuche in Hohenheim angestellt worden, bei denen eine an sich schon gute, blattreiche Sorte (mit 11,4 % Rohproteïn und 44,2 % Rohfaser in der Trockensubstanz) an Hammel zum Ausfressen verabreicht wurde; die hierbei wirklich verzehrte Substanz hatte die Zusammensetzung eines guten Kleeheues (14,0 % Rohproteïn und 31,9 % Rohfaser) und es erklärt sich daraus, daß auch die Verdauungs-Koëffizienten entsprechend hohe waren, nämlich für Rohproteïn = 60, für Rohfaser = 52 und für die stickstofffreien Extraktstoffe = 64 gefunden wurden. Das Stroh der reifen Sojabohne verhält sich nach Zusammensetzung und Verdaulichkeit dem Stroh der Acker- oder Pferdebohne sehr ähnlich, wie man in Proskau ermittelt hat. Das Lupinenstroh nimmt wie das Lupinenheu eine gewisse Sonderstellung ein, wenigstens nach den Beobachtungen, welche in Köthen von Heidepriem bei Versuchen mit Hammeln gemacht wurden. Die Verdauungs-Koëffizienten waren für Rohfaser und stickstofffreie Extraktstoffe 51 und 65, für das Rohproteïn dagegen 37 bei einem Lupinenstroh, welches in der Trockensubstanz 7,0 % Rohproteïn und 48,6 % Rohfaser enthielt und anscheinend gut ausgereift war. Hierdurch wurde bewirkt, daß die Menge der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe bedeutend überstieg, nämlich in dem Verhältnis von 127 : 100 (vergl. S. 121).

9. **Spreu und Schoten der Halm- und Hülsenfrüchte.** Die Weizenspreu enthält gewöhnlich prozentig mehr Rohproteïn als Weizenstroh; dagegen ist die Spreu der Sommerhalmfrüchte (Gerste und Hafer) durchschnittlich fast stickstoffärmer als das Stroh derselben Pflanzen. In der Spreu oder den Schoten der Hülsenfrüchte (Erbsen, Wicken und Bohnen) findet man wenigstens ebensoviel Rohproteïn, wie in dem betreffenden Stroh. Alle Spreuarten sind in der Regel ärmer an Rohfaser als Stroh, und es werden daher die Verdauungs-Koëffizienten für die einzelnen Bestandteile wohl entsprechend höher anzunehmen sein; direkte Versuche jedoch hierüber sind bis jetzt noch nicht ausgeführt worden. Zugleich bewirkt die ganze mechanische Beschaffenheit der Spreu, daß dieses Futter, in gewisser Menge verabreicht, den Tieren im allgemeinen angenehmer und schmackhafter ist, als Stroh und Strohhäcksel. Die Rapsschoten sind verhältnismäßig stickstoffarm, aber reich an stickstofffreien Extraktstoffen. In den Schalen der Sojabohne hat man die Rohfaser und die stickstofffreien

Extraktstoffe besser, das Rohproteïn weniger verdaulich gefunden, als in dem Stroh derselben Pflanze.

b) Knollen- und Wurzelgewächse.

Alle Knollen- und Wurzelgewächse liefern ihres meist hohen Wassergehalts wegen ein weichliches, in zu großer Menge und anhaltend verabreicht, auf den ganzen Verdauungsapparat leicht erschlaffend wirkendes Futter. Die Schweine vertragen und verdauen davon die reichlichsten Massen, wenn nur durch eine Beigabe von stickstoffreichen Futtermitteln das Nährstoffverhältnis entsprechend verengt worden ist; aber auch für die Wiederkäuer ist das Wurzelwerk ein durchaus schmackhaftes und gedeihliches Futter, welches in passender Mischung mit Rauhfutter und konzentriertem Futter bei der Milchproduktion und Mästung, selbst bei der Fütterung des Jungviehes eine vortreffliche Wirkung ausübt, namentlich dann, wenn die Menge der darin enthaltenen Trockensubstanz nicht mehr beträgt als höchstens $^1/_4$ von derjenigen des gleichzeitig verabreichten Rauhfutters. In diesem Fall sind die Kartoffeln und Rüben fast absolut verdaulich, die stickstofffreien Extraktstoffe werden bis zu 96 % ausgenutzt und die Verdauungsdepression des Rauhfutterproteïns ist nicht sehr bedeutend (vergl. S. 99).

1. Auf die Zusammensetzung der Kartoffeln haben Varietät und allerlei äußere Verhältnisse, wie Boden, Düngung und Witterung, einen durchaus bedingenden Einfluß; sie enthalten von 18 bis über 30 % Trockensubstanz, von 1,3 bis 4,5 % Rohproteïn und 12 bis über 27 % an reinem Stärkemehl. Je reicher eine Kartoffel an Stärkemehl ist, desto ärmer ist sie gewöhnlich an Stickstoffverbindungen; je wässeriger die Kartoffel wird, desto mehr tritt auch die prozentige Menge des Stärkemehles zurück, desto größer aber ist in der Regel ihr Gehalt an Rohproteïn und meist auch an Aschenbestandteilen, wie man erkennt, wenn man die Gesamt-Trockensubstanz auf deren prozentige Zusammensetzung berechnet. Bei normaler Ausbildung enthält die Kartoffel 25 % Trockensubstanz und das Nährstoffverhältnis ist, ohne Rücksicht auf die Amidverbindungen, wie 1 : 10 bis 12. Auf einem sehr üppigen Bruch- oder nassen Thonboden enthält dieselbe Kartoffelsorte weniger Stärkemehl, ist aber stickstoffreicher als auf einem ihrem guten Ausreifen günstigen Sand- oder lehmigen Sandboden. Der humusreiche Thonboden produziert gegenüber dem Sandboden zuweilen sehr große Kartoffeln, deren Stärkemehlgehalt aber geringer ist, als der von Kartoffeln mittlerer Größe desselben Bodens. Dieser Unterschied im Stärkemehlgehalt, welcher

durch die Größe der Kartoffel bedingt ist, verschwindet, je mehr der Boden dem Sand- oder dem sandigen Lehmboden ähnlich wird, so daß in den Kartoffeln von letzteren Bodenarten der Stärkemehlgehalt oft mit ihrer Größe zunimmt, namentlich wenn die kleineren Exemplare infolge abnormer Witterungsverhältnisse nachgewachsen und also nicht vollständig zur Reife gelangt sind. Bekannt ist, daß auch die Art der Düngung einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität oder chemische Zusammensetzung der Kartoffel ausübt; einer Beobachtung von Grouven zufolge enthielt z. B. eine und dieselbe Sorte nach einer Düngung mit Kali und Kalk 2,27 %, nach einer starken Düngung mit kohlensaurem Ammoniak dagegen 4,44 % Rohproteïn. Indes gilt von der Kartoffel ganz dasselbe, was bei allen Futterarten zutrifft, daß nämlich der Einfluß des Düngers auf die Beschaffenheit der Ernte durchaus nach den gleichzeitig vorhandenen sonstigen Verhältnissen sich gestaltet, nach Boden, Witterung und Kulturmethode; je nachdem die letzteren Verhältnisse die Wirkung eines durch seine Bestandteile einseitig wirkenden Düngers nach einer bestimmten Richtung hin unterstützen oder derselben entgegentreten, wird auch der Ernteertrag nach Quantität und Qualität verschieden ausfallen.

Um bei reichlicher Kartoffelfütterung keine zu großen Fehler in der Zusammenstellung der Rationen zu begehen, sollte man ihren Nährstoffgehalt genauer einzuschätzen suchen. Bezüglich des Proteïngehalts kann man nach obigen Angaben ein wenig von der Mittelzahl 2,2 % abweichen. Den Gehalt an stickstofffreien Stoffen wird man recht befriedigend genau aus dem spezifischen Gewicht ableiten können.

Nach Märckers und seiner Mitarbeiter Bestimmungen entspricht ein

Spec. Gewicht		Trockensubstanz %	Spec. Gewicht		Trockensubstanz %
1,081—1,090	=	19,9—21,8	1,101—1,110	=	24,2—26,1
1,091—1,100	=	22,0—24,0	1,111—1,120	=	26,3—28,3

Spec. Gewicht		Trockensubstanz %
1,121—1,130	=	28,5—30,4
1,131—1,140	=	30,6—32,5

Von dieser Trockensubstanz sind in allen Fällen sehr angenähert 5,75 % andere Stoffe als Stärkemehl. Zieht man von der Trockensubstanz den geschätzten Proteïngehalt und 2,3 % für Fett, Rohfaser und Asche ab, so erhält man die Menge verfügbarer stickstofffreier Extraktstoffe.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts geschieht am besten mit der Reimannschen Waage durch Wiegen gereinigter Kartoffeln in Luft und in Wasser. Der Unterschied beider Gewichte in das Luftgewicht der Kartoffeln dividiert, ergiebt das specifische Gewicht derselben.

Bezüglich der Kartoffel bemerke ich noch, daß dieselbe reich ist an Kali und auch ziemlich viel Phosphorsäure, aber nur sehr wenig Kalk und Natron enthält; dies ist wohl zu beachten bei der Milchproduktion und noch mehr, wenn es sich um die Ernährung junger, im raschen Wachstum begriffener Tiere handelt.

Das Rohproteïn der Kartoffeln besteht zum großen Teil, durchschnittlich zu 40 %, also $^2/_5$ aus Amidverbindungen; die besonders wässerigen und dann auch relativ stickstoffreichen Sorten enthalten noch etwas mehr, die weniger wässerigen Kartoffeln meist eine geringere Menge, aber immer ist doch wenigstens $^1/_4$ des Gesamtstickstoffes in Amidverbindungen vorhanden. Von den letzteren sind das Asparagin und das Glutamin durchaus vorherrschend; anorganische Stickstoffverbindungen, also Ammoniak und salpetersaure Salze, findet man selten in den Knollen in irgendwie beträchtlicher Menge, während die Stengel und Blätter, namentlich der noch jungen Pflanze, an Nitraten sehr reich sind, nach Kreußlers Beobachtungen selbst bis zu 5 % der Trockensubstanz an Salpetersäure enthalten können.

Bei dem Gefrieren erleiden die Kartoffeln einen Verlust an gärungsfähigem Material, wie Schwackhöfer in Wien bei der Untersuchung von drei Proben ermittelte, nämlich im Minimum von 3,0 und im Maximum von 8,84 % an Stärkemehl in der Trockensubstanz oder 0,57 und 2,13 % in den Kartoffeln mit ursprünglichem Wassergehalt; zugleich geht das koagulierbare lösliche Eiweiß zum Teil in den nicht koagulierbaren Zustand über oder es verwandelt sich in Amidverbindungen, deren an sich schon große Menge in den Kartoffeln bei dem Gefrieren derselben also noch mehr zunimmt. Die gefrorenen Kartoffeln sind wenig haltbar; sie können aber durch Einsäuern in gemauerten Gruben vortrefflich konserviert werden, wie auf der Versuchsstation in Pommritz von Heiden nachgewiesen und weiter von Fittbogen und Förster in Dahme bestätigt wurde. Hierbei ergab sich aber, daß das Sauerfutter nur dann gut gerät, wenn die Kartoffeln vorher gedämpft worden sind, während bei dem Einsäuern im ungedämpften Zustande durch Saftausfluß ein erheblicher Verlust, namentlich an Proteïnsubstanz stattfindet und die Masse auch leicht einen den Tieren widerlichen Geschmack annimmt, da die normale Bildung der Milchsäure alsdann gehindert erscheint. Der Verlust an Substanz betrug 15 bis 20 %. Milchvieh sollte höchstens bis zur

Hälfte, Jungvieh höchstens bis zu einem Drittel des Nährstoffbedarfs mit Kartoffeln (roh oder gedämpft) gefüttert werden. Gekeimte Kartoffeln sind immer schädlich und bewirken leicht ein Verkalben der Kühe; jedenfalls muß man vor dem Verfüttern die an Solanin besonders reichen Keimlinge entfernen. Sehr zu beachten ist, daß sich auch ohne langes Hervortreten der Keime, im Frühjahr Solanin in den Augen der Kartoffel ansammeln kann. Hierauf beruht wohl zum Teil der erheblich mindere Futterwert der alten Kartoffeln, so daß es rätlich ist, soweit die wirtschaftlichen Verhältnisse es erlauben, die Kartoffeln vor Eintritt der milderen Jahreszeit zu verbrauchen.

2. Von Knollengewächsen sind außer den Kartoffeln noch die Topinambur zu erwähnen, welche aber bei uns nur ausnahmsweise im großen kultiviert werden Die Knollen dieser Pflanze sind meistens noch wässeriger als die Kartoffeln, dagegen verhältnismäßig etwas reicher an Rohproteïn. Die Blätter und feinen Teile der sehr üppig aufwachsenden Stengel werden von den Schafen gern gefressen. Hinsichtlich der Amidkörper scheinen sich die Topinamburknollen mehr den Kartoffeln als den Rüben ähnlich zu verhalten; bei einigen Bestimmungen in Hohenheim fand man reichlich 40 % des Gesamtstickstoffes an Amidstickstoff.

3. Für die Rübenarten ist es charakteristisch, daß sie unter den sog. stickstofffreien Extraktstoffen vorherrschend Zucker und außerdem in reichlicher Menge Pektin (vegetabilischer Gallertstoff) enthalten; in einigen derselben findet man auch Stärkemehl, z. B. in den Mohrrüben. Daß das Pektin, wenigstens von den wiederkäuenden Tieren leicht verdaut wird, ergab sich schon aus Versuchen, welche vor längerer Zeit Grouven in Salzmünde mit Ochsen ausführte, und wurde auch in Hohenheim durch die Resultate zahlreicher Versuche mit Hammeln bestätigt, da hierbei die gesamten stickstofffreien Extraktstoffe der Rüben, selbst bei sehr reichlicher Fütterung, oft bis zu 98 % zur Verdauung gelangten. Es scheint auch die Nährwirkung des Pektins, entsprechend seiner chemischen Zusammensetzung, derjenigen des Zuckers und des Stärkemehls ähnlich zu sein.

Bei allen rübenartigen Gewächsen beobachtet man, daß unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Größe oder dem Gewicht der einzelnen Exemplare die Wässerigkeit zunimmt, die Gesamtmenge der Trockensubstanz also eine geringere wird. Je kräftiger ferner der Boden ist und je reichlicher derselbe namentlich mit Stallmist gedüngt wurde, desto größer ist auch der Gehalt an Rohproteïn, überhaupt an Stickstoffverbindungen in der Trockensubstanz der Rübe. Im einzelnen aber verhalten sich die Rübenarten in dieser Hinsicht verschieden. Am stickstoffärmsten, aber am reichsten an Gesamt-

Trockensubstanz sind die Zuckerrüben, wenigstens wenn dieselben bei der Kultur nach Wunsch der Zuckerfabrikanten geraten, während sie in großen, über 1 kg schweren Exemplaren, d. h. nach frischer und üppiger Düngung oder bei dem Anbau der Pflanzen in weiteren Zwischenräumen, auch eine derjenigen der Futterrunkeln mehr ähnliche Zusammensetzung annehmen. Es liefern übrigens die Stickstoffbestimmungen bei den Rübenarten bezüglich der daraus berechneten Menge der Proteïnstoffe zu hohe Zahlen, wenn man nicht beachtet, daß ein sehr bedeutender Teil des Stickstoffes in der Form von Amidverbindungen und oft auch von salpetersauren Salzen vorhanden ist und daher nicht als Eiweißsubstanz berechnet werden darf. Dies ist vorzugsweise bei sehr großen, unter dem Einfluß einer stickstoffreichen Düngung üppig gewachsenen Exemplaren von Futterrunkeln der Fall, in welchen zuweilen kaum ein Drittel des Gesamtstickstoffes als Bestandteil von wirklichen Eiweißstoffen sich vorfindet. Es mag hiermit im Zusammenhang stehen, daß die unter dem Einfluß des Rübenfutters beobachtete Nährwirkung häufig keine so günstige gewesen ist, wie man nach der Menge und analytisch ermittelten Zusammensetzung der Trockensubstanz, namentlich nach dem Gehalt der letzteren an Stickstoff wohl hätte erwarten können. Die Möhren, Stoppelrüben und besonders die Kohlrüben sind nach Untersuchungen von O. Kellner unter sonst gleichen Verhältnissen ärmer an Salpetersäure und Amidstoffen als die Futterrunkeln; in jenen Rübenarten kommen auf die Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur, ähnlich wie in den Kartoffeln, durchschnittlich etwas über 40, in den Futterrunkeln aber gewöhnlich mehr als 60 % des Gesamtstickstoffes. Das in einigen Gegenden übliche frühzeitige Blatten der Rüben, namentlich der Futterrunkeln, wirkt überaus nachteilig auf die Quantität und Qualität der Erträge; es vermindert die erstere, nach vorliegenden Beobachtungen manchmal bis auf die Hälfte. Dabei fiel der Zuckergehalt der stark geblatteten Rüben in einem solchen Falle um 3,8 % niedriger aus, und die Wässerigkeit derselben war vermehrt, der ganze Zustand bei der Ernte ein noch unreifer.

Die Schmackhaftigkeit der einzelnen Rübenarten und nach den Wahrnehmungen der Praxis selbst der Nähreffekt bei gleichem Trockengehalt und Nährstoffverhältnis ist verschieden. Am meisten werden die Mohrrüben geschätzt, denen man vor anderen Rübenarten eine besonders günstige diätetische Wirkung zur Beseitigung der „Dick- und Vollblütigkeit“ beilegt und daher in geringen Gaben an junge und alte Tiere, auch an Pferde gern verabreicht, namentlich wenn diese anhaltend stickstoffreich gefüttert worden sind. Auch die Kohlrüben sollen absolut und relativ besser nähren als die gewöhnlichen Futterrunkeln.

4. Die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln hat in den Wirtschaften, deren Kulturboden dem Gedeihen dieser Pflanze zusagt, eine große Verbreitung gefunden, hauptsächlich weil mit Hilfe der dabei gewonnenen Schlempe manchmal eine fast ebenso große, unter Umständen sogar eine noch größere Gesamtwirkung des Futters erzielt wird, als wenn man die Kartoffeln direkt verfüttert. Um nämlich im letzteren Fall die Kartoffeln möglichst vollständig auszunutzen, müßte man sehr beträchtliche Massen von stickstoffreichen Futtermitteln zukaufen, da diese, namentlich bei vorherrschend sandiger Beschaffenheit des Bodens, in der Wirtschaft selbst nicht in genügender Menge produziert werden könnten. Die Kartoffelschlempe aber ermöglicht eine mehr rationelle Fütterung schon ohne allen direkten Zukauf, da bei ihrem engeren Nährstoffverhältnis nicht allein die eigenen Bestandteile fast vollständig verdaut und resorbiert werden, sondern auch ein großes Quantum von gleichzeitig verabreichten stickstoffarmen Futtermitteln, namentlich von Stroh und Spreu, zu einer besseren Ausnutzung gelangt. Hierbei bleibt auch alles, was dem Boden an Pflanzennahrung entzogen worden ist, der Wirtschaft erhalten, da die ganze Menge der stickstoffhaltigen Substanz und der Aschenbestandteile aus den Kartoffeln und dem zum Einmaischen derselben benutzten Malz zunächst in die Schlempe übergeht. Es ist daher begreiflich, daß insbesondere solche Landgüter, welche einen vorherrschend sandigen, aber guten Kartoffelboden besitzen, oft allein durch das Mittel der Spiritusfabrikation zu einer intensiveren Kultur und einem wesentlich vorteilhafteren Betrieb haben gelangen können. Absolut verliert die Kartoffel durch die Umwandlung von Stärkemehl in Alkohol an Gesamt-Nährstoff, aber dieser Verlust macht sich in der Wirtschaft oft kaum bemerkbar, weil ganz gewöhnlich andere an stickstofffreien Nährstoffen reiche Futtermittel zur Genüge vorhanden sind, welche nun ebenso, wie die von der Kartoffel in der Schlempe übrig gebliebenen Reste, einen um so besseren Nähreffekt äußern. Allerdings enthält die Schlempe, ebenso wie die Kartoffel selbst und das beim Einmaischen zugesetzte Gerstemalz auch Stickstoff in nicht eiweißartiger Verbindung; es hat sich jedoch aus Untersuchungen, die in Halle von Morgen und Behrend angestellt wurden, das interessante Resultat ergeben, daß bei der Gärung der Maische eine nicht unbedeutende Menge von Amidkörpern in Eiweißstoffe sich umwandelt. Während nämlich in zwei Fällen die süße Maische von 100 Teilen des Gesamtstickstoffs nur 55,06 und 54,46 Teile in Eiweiß und Peptonen enthielt, fand man nach der Vergärung der Maische in gleichen Verbindungen 71,27 und 71,93 Teile, also eine Steigerung um 16,21 und 17,47 Teile. Hiernach wird man auch

in der Kartoffelschlempe einen relativ geringeren Gehalt von Amidstickstoff annehmen müssen als in der verarbeiteten Kartoffel, nämlich durchschnittlich etwa 25 gegenüber von reichlich 40 % des Gesamtstickstoffes. Auf solche Weise erklärt sich der hohe Wert der Kartoffelschlempe noch besser als bisher.

Die Zusammensetzung der Kartoffelschlempe ist je nach den verwendeten Maischmaterialien und der besonderen Betriebsweise der Brennerei naturgemäß sehr verschieden. Bei Aufstellung der Futterrationen sollte man daher stets den Gehalt an Nährstoffen berechnen. Es geschieht dies durch Berechnung des Gehaltes der verwendeten Maischmaterialien (Kartoffeln, Malz 2c,) und Verminderung der gefundenen Summe stickstofffreier Extraktstoffe um die in Alkohol übergeführte Stärke; alle anderen Stoffe des Maischgutes finden sich fast verlustlos in der Schlempe wieder. Man kann für 100 Literprozente gewonnenen Alkohols etwa 1,5 kg in Abzug bringen, oder genauer nach Märcker, wenn in einer Brennerei die Alkoholausbeute von 1 kg eingemaischter Stärke bestimmt worden ist, annehmen, daß von 100 Teilen eingemaischter Kohlehydrate

in die Schlempe übergehen		wenn vom Kilogramm gezogen werden
10 Teile	. . .	60 Literprozente
15 „	. . .	55 „
20 „	. . .	50 „

Die Kartoffelschlempe wird mit Erfolg an alle landwirtschaftlichen Tiere verfüttert, ganz besonders geeignet aber ist sie für das erwachsene Rindvieh, für Kühe, Masttiere und Arbeitsochsen; den Schafen, Schweinen und namentlich den Pferden, sowie allem Jungvieh darf sie nur mit Vorsicht und in geringerer Quantität verabreicht werden. Selbstverständlich ist es, daß man bei einem so wässerigen Futter überall auch die nötige Menge von trockenen oder mehr konsistenten Futtermaterialien den Tieren darbieten muß. Die zu reichliche Schlempefütterung bewirkt eine Erschlaffung des ganzen Organismus und kann schließlich zu gefährlichen Krankheiten (Schlempemauke) führen. Es ist wichtig, daß die Schlempe frisch und vor dem vollständigen Erkalten verabreicht wird. Mäßige Gaben von Schlempe wirken günstig für die Qualität der Milch; zu viel aber, d. h. auf 500 kg Lebendgewicht der Kühe mehr als etwa 25 kg macht die Milch oft dünn und die Butter schlecht, indem die letztere weich und weniger haltbar wird, auch leicht einen schlechten Geschmack annimmt. Natürlich ist Qualität der Schlempe sowie die Individualität und Gewöhnung der Tiere in erheblichem Grade mit

bestimmend für die oberen Grenzen, die von diesem Futtermittel gereicht werden können.

Von noch größerem Nährwert als die Kartoffelschlempe ist die Roggenschlempe und die Maisschlempe, meistens auch etwas reicher an Gesamt-Trockensubstanz. Dagegen ist die Schlempe von Rübenmelasse ein sehr schlechtes Futtermittel, womit man die Tiere am besten verschont. Zwar ist der Gehalt an Trockensubstanz keineswegs unbedeutend (8—9 %), aber die große Menge von Mineralsalzen (bis zu 2 %) scheint nachteilig zu wirken, und außerdem sind die stickstoffhaltigen sowohl als die stickstofffreien organischen Bestandteile großenteils von zweifelhaftem Nährwert. In neuerer Zeit kommt auch künstlich eingedampfte und getrocknete Schlempe im Handel vor. Es ist dies ein vortreffliches Futtermittel, wenn es aus Brennereien stammt, in welchen man Körner, namentlich Roggen und Mais verarbeitet; an Nährkraft übertrifft es alsdann oft die getrockneten Biertreber wegen größeren Gehalts an Proteïn und Fett und geringeren Gehalts an Rohfaser. Wie bei den Kraftfuttermitteln, sollte man nicht den Nährstoffgehalt einer gekauften Schlempe zu schätzen versuchen, sondern sich denselben, wenigstens Proteïn und Fett, von dem Händler garantieren lassen.

5. Die Rückstände der Zuckerrüben von deren fabrikmäßigen Verarbeitung werden überall, wo hierzu Gelegenheit geboten ist, als Futtermittel benutzt. Es sind dieselben jedoch je nach der Methode der Saftgewinnung von verschiedener Beschaffenheit. Die nach dem älteren Verfahren gewonnenen Preßlinge enthalten gegen 30 % Trockensubstanz, und das Nährstoffverhältnis darin ist gleich 1 : 10 bis 12, oft ein noch weiteres. Mit einem ähnlichen Nährstoffverhältnis, aber mit nur 15 bis 20 % Trockensubstanz ergeben sich die Rückstände bei dem Centrifugalverfahren, also die Centrifugen-Rückstände. Von wesentlich anderer Beschaffenheit sind die heute so gut wie allein in Betracht kommenden Diffusions-Rückstände. Beim Diffusionsverfahren werden die Rüben in feine Schnitzel verwandelt und der Zucker aus ihnen durch Extrahieren mit warmem Wasser gewonnen. Der Zucker tritt dabei allein auf dem Wege der Diffusion aus dem größten Teil der unverletzt gebliebenen Zellen, in welchen hiernach die schwer diffundierenden Eiweißstoffe zurückbleiben müssen. Hierdurch wird in den Rückständen ein engeres Nährstoffverhältnis gebildet, was für die Verfütterung derselben von Wert ist, um so mehr, als die darin vorhandenen Stickstoffverbindungen als wirkliche Eiweißstoffe gelten können, da die leicht löslichen Amidkörper auch bei dem Diffusionsverfahren ziemlich vollständig in den Saft übergehen. Ein Übelstand ist es, daß die

frischen Diffusionsschnitzel nach dem Auslaugen überaus wässerig sind, oft nur etwa 6 % Trockensubstanz enthalten; durch mäßiges Auspressen läßt sich der Trockengehalt bis auf 10 %, durch sehr starkes, aber um so kostspieligeres Pressen bis 15 % erhöhen. Das Einkuhlen oder Einsäuern in Erdgruben und gemauerten Silo's ist bei den Diffusionsschnitzeln, ähnlich wie bei dem Grünfutter (s. S. 114) immer mit einem größeren oder geringeren Verlust an wertvoller Substanz und auch mit Verminderung des Nährwertes (Entstehung von Amiden aus Eiweiß, von Säuren ꝛc.) verbunden. In Versuchen, welche man hierüber in der Provinz Sachsen anstellte, kamen beträchtliche Massen, nämlich von 12 750 bis 63 430 kg in Anwendung und es ergaben sich dabei nach den in Halle von Märcker ausgeführten Untersuchungen infolge des 3 bis 13 Monate langen Einsäuerns folgende Verluste in Prozenten der betreffenden Stoffe:

	Trockensubst.	Rohfaser	Rohproteïn	Stickstofffr. Extraktstoffe
Mittel . . .	34,8	19,6	24,5	37,8
Schwankungen	14—16	9—52	5—40	15—57

Wichtig ist dabei ein möglichst festes und luftdichtes Einstampfen der Masse; eine Beimischung von Strohhäcksel oder Spreu hat sich als schädlich erwiesen, indem dadurch z. B. in einem Falle der Verlust an organischer Substanz von 21,8 bis auf 29,0 % gesteigert wurde. Durch möglichst vollständiges Austreiben der Luft, Verhinderung des Luftzutrittes infolge starker Belastung und durch Anlage nicht zu großer Gruben, damit keine erhebliche Wärmeansammlung stattfinden kann, läßt sich bei dem Einsäuern von Schnitzeln der Verlust an Substanz wesentlich vermindern, nach Liebscher sogar bis auf 6 bis 8 %. Unter dem Einfluß des Frostes wird nach Stutzer der Säuregehalt in den Diffusionsschnitzeln bedeutend erhöht, ferner die Verdaulichkeit des Proteïns vermindert (von 86 bis 70 %), während die der Rohfaser anscheinend zunimmt.

Gegenwärtig wird eine andere Methode der Aufbewahrung empfohlen und verdient alle Beachtung, weil dabei etwaige Verluste an Substanz fast völlig ausgeschlossen sind. Es besteht diese Methode darin, daß die Diffusionsrückstände durch einen Strom hoch erwärmter Luft getrocknet werden. Die umfassendsten Untersuchungen über den Wert und die Verwendungsweise derselben haben Märcker und Morgen angestellt. Sie fanden die getrockneten Schnitzel den durch Einsäuern konservierten in der Futterwirkung erheblich überlegen und berechneten, daß die Trocknung pro Centner Schnitzeltrockensubstanz noch etwas billiger als die Einmietung zu stehen kam.

Sehr wohl konnten sie in passender Kombination einen Teil des sonst nötigen Heus oder andererseits erhebliche Mengen stickstoffarmer Kraftfuttermittel durch solche Trockenschnitzel ersetzen. Freilich muß man auch mit diesem Futtermittel Maß halten; leicht tritt bei zu starker Verwendung Verstopfung bei den Tieren und andere Störungen ein. Märcker empfiehlt als mittlere Gaben pro Stück und Tag für Milchkühe 3, Mastochsen 5, Zugochsen 4, Mastschafe $1/_3$, junge Rinder 1 kg, eventuell (als Maximalgaben) können vorstehende Zahlen noch um 50 %, für Mastschafe auf das Dreifache, für junge Rinder aufs Doppelte erhöht werden.

Eine wesentliche Hilfe für die Verwertung der frischen Schnitzel wie für das Trocknen schien eine Entdeckung Märckers zu bieten, nach Kalkzusatz das Wasser leichter abpressen zu können; die Schnitzel lassen sich dann in der Presse auf 30 ja 35 % Trockensubstanz bringen. Versuche erwiesen, daß dieser Kalkzusatz das Futter noch so wenig kalkhaltig macht, daß dadurch eine Schädigung der Tiere entfernt nicht eintritt. Auch das Einsäuern solcher Schnitzel ist sehr gut gelungen. Leider hat die Darstellung der Kalkschnitzel im großen mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, so daß dann oft lange kein so gutes Produkt gewonnen wird, wie es bei den erwähnten günstigen Erfahrungen mit Kalkschnitzeln zur Verwendung kam.

In neuerer Zeit wird bei dem Weichen der Zuckerpreise die Rübenmelasse wieder mehr als Futtermittel verwendet und hat sich besonders bei Milchkühen, infolge der Anregung der Milchproduktion, und bei Arbeitstieren, besonders Pferden, durch ihren Zuckergehalt, oft sehr gut bewährt. Auch bei der Mast kann sie vorteilhaft gereicht werden. Als mittlere zu verwendende Mengen auf 1000 kg Lebendgewicht können angesehen werden bei Milchvieh 4, Mastvieh 6, Mastschafe 8, Pferde 3 kg.

Die Verabreichung der Melasse erfordert einige Vorsicht. Es ist gut, mit geringen Mengen die Tiere erst an dieses Futtermittel zu gewöhnen; peinlichste Sauberkeit, um Verschmieren der Krippen und Ansiedelung von Gärungsorganismen daselbst zu verhindern, ist absolut erforderlich. Alsdann wird es oft gelingen, obige Quantitäten noch erheblich und mit Erfolg zu überschreiten. Manche Tiere besonders Pferde, können freilich nur schwer oder gar nicht Melasse vertragen.

Zu beachten ist, daß in der Melasse wirklich nährend fast nur der Zucker wirkt. Die stickstoffhaltigen Bestandteile sind fast nur Amidosäuren, Ammoniak und Salpetersäure, welche eher auf Erhöhung des Stoffumsatzes wirken. Nicht unbedenklich als Reizstoffe kommen auch die vielen Salze der Melasse in Betracht.

Um die Umstände zu beseitigen, welche die Verfütterung der reinen, sog. „grünen" Melasse macht, zum Teil auch, um die durch sie gesetzten Reizwirkungen zu mildern, hat man durch Vermischen derselben mit trockenen Pulvern handliche, leicht zu verabfolgende Futterpräparate hergestellt, z. B. Torfmehlmelasse mit 80 %, Palmkernmehlmelasse mit 50 %, Maiskeimkuchen mit 50 % Melasse ꝛc. Die Herstellung dieser Futtermittel hat sich, soweit es die Ernährung der Tiere sowie die Bequemlichkeit ihrer Verabfolgung betrifft, sehr gut bewährt, nur werden die Preise für diese Fabrikate auf einer Höhe gehalten, daß nicht unbedingt zum Ankauf zu raten ist. Auch in Anbetracht des Umstandes, daß hierbei oft minderwertige Melassen verarbeitet werden, ist es zweckmäßig, sich im Falle des Ankaufs den Zuckergehalt garantieren zu lassen und den Wert der Ware, soweit sie aus Melasse bestehen soll, allein nach dem Zuckergehalt zu kalkulieren.

c) Konzentrierte Futtermittel.

Mit diesem Namen bezeichnen wir die meistens im Handel vorkommenden, also käuflichen Futterarten, welche in einem bestimmten Gewicht und geringen Volumen eine relativ große Menge von verdaulicher Substanz enthalten. Die stickstofffreien Extraktstoffe sind vorherrschend in der Form von Kohlehydraten vorhanden, und oft sind diese Futtermittel auch reich an Eiweißkörpern und an Fett.

1. Die Körner der Cerealien haben, ähnlich wie die Rauh- und Grünfutterarten, eine sehr wechselnde Zusammensetzung, namentlich einen verschiedenen Gehalt an Rohproteïn, je nach den Verhältnissen, unter welchen sie gewachsen und geerntet worden sind (Boden, Düngung, Klima, Jahres- und Erntewitterung, Varietät, Grad der Reife ꝛc.). Weizen und Hafer scheinen diesem Wechsel noch mehr unterworfen zu sein als Roggen und Gerste. In der Trockensubstanz des Weizens ist an Rohproteïn von 10 bis zu 24 % gefunden worden. Nach Beobachtungen von Kreußler in Poppelsdorf steigerte sich der Proteïngehalt einer an sich schon stickstoffreichen Weizensorte, welche ungedüngt 16,3 % Proteïn enthielt, durch reichliche Düngung mit Superphosphaten auf 17,6 % durch Düngung mit löslichen Stickstoffverbindungen (Ammoniak- und salpetersauren Salzen) auf 21,4 %, durch Düngung mit Phosphaten und Stickstoffverbindungen auf 22,4 %, und gleichzeitig betrug die Proteïnmenge im Stroh beziehungsweise 3,4 bis 3,7 und 5,2 %. In anderen Versuchen hat man allerdings einen so entschiedenen Einfluß der Düngung auf die chemische Zusammensetzung der Halmfrucht nicht nachweisen können, da dieser Einfluß natürlich durch andere Faktoren,

wie Bodenbeschaffenheit, Witterung ꝛc. je nach Umständen erhöht oder vermindert und selbst ganz aufgehoben werden kann. Jedoch wird man im allgemeinen bei dem Anbau der Cerealien auf einem sehr fruchtbaren und kräftig gedüngten Boden stickstoffreichere Körner ernten, als auf einem Boden von entgegengesetzter oder nur mittlerer Beschaffenheit.

Weizen und Roggen sind bisher nicht direkt durch Fütterungsversuche auf ihre Verdaulichkeit geprüft worden; indes kann man nach Analogie mit anderen Körnerarten annehmen, daß bei ihrer Verfütterung an die landwirtschaftlichen Nutztiere von der Proteïnsubstanz 85 bis 90 und von den stickstofffreien Extraktstoffen etwa 95 % zur Verdauung gelangen werden, selbstverständlich unter sonst richtigen Fütterungsverhältnissen und geeigneter Zubereitung der Körner. Für das Rohproteïn des Hafers hat aus den bisher vorliegenden Fütterungsversuchen der Verdauungs-Koëffizient durchschnittlich zu 77 und für die stickstofffreien Extraktstoffe zu 73 sich ergeben, für die betreffenden Stoffe in der Gerste beziehungsweise 77 und 87, im Mais 79 und 91. Die zuletzt genannte Körnerart wurde in Pommritz von Heiden, sowie in Hohenheim auch als ausschließliches Futter an Schweine verabreicht, wobei für die genannten Bestandteile noch höhere Verdauungs-Koëffizienten resultierten, nämlich 85 und 95. Von dem Rohproteïn und den stickstofffreien Extraktstoffen der Weizenkleie oder Dinkelkleie wurden bei der Verfütterung an Hammel durchschnittlich 78 und 82 %, also beiderlei Bestandteile verhältnismäßig gut verdaut; in mehrfachen Versuchen mit Ochsen fand G. Kühn auf der Versuchsstation Möckern bei trockener Fütterung der Weizenkleie, daß das Rohproteïn darin ebenfalls durchschnittlich zu 78 % (71—89) und die stickstofffreien Nährstoffe zu 77 % (70—82) verdaut wurden, während durch allerlei Arten der Zubereitung die Verdaulichkeit sich eher verminderte als erhöhte (vgl. S. 92). Die Weizenkleie ist als Futter für die Kühe sehr geeignet und wirkte in Versuchen, welche auf der Molkereistation in Kiel von Schrodt ausgeführt wurden, für die Milch- und Butterproduktion entschieden besser als die Roggenkleie, sogar noch etwas besser als Getreideschrot (Roggen, Hafer und Gerste zu gleichen Teilen). Dagegen äußert dieses Futtermittel bei Mastschweinen keine sehr günstige Wirkung, indem diese Tiere es nicht so gut verdauen, wie die Wiederkäuer, was auch bezüglich der Roggenkleie durch Versuche von Heiden in Pommritz bestätigt worden ist. Ebenso ist die Verdauung der Weizen- und Roggenkleie (Kleienbrot) im menschlichen Organismus eine verhältnismäßig geringe.

Der an Kornrade oft sehr reiche Ausputz von Weizen

kommt nicht selten als Weizenkleie oder unter anderem Namen als Futtermittel in den Handel. Die Raden haben einen bitteren Geschmack und bei zu großer Menge derselben in dem betreffenden Futter wird dieses nicht gerne von den Tieren aufgenommen. Über die Giftigkeit der Radesamen sind verschiedene Erfahrungen gemacht worden.

Bei von Kornauth und Arche auf der Versuchsstation in Wien mit Schweinen angestellten Fütterungsversuchen konnten den Tieren neben Gerste und Maisschrot bis 70 % des Körnergemenges an Raden ohne Nachteil verabfolgt werden, es wurde sogar ein guter Futtereffekt mit den Radesamen erzielt. Dem stehen freilich andere Beobachtungen gegenüber; z. B. Kobert betonte die Giftigkeit auch bei Schweinen, wenn letztere nicht allmählig an die Raden gewöhnt werden, oder wenn im Verdauungskanal irgend welche katarrhalischen Zustände herrschen. Desgleichen betonte Lebedeff die Giftigkeit des Githagins, von dem er in den Radesamen bis 4,6 % fand (in den Keimen bis 14,5 %). K. B. Lehmann und Mori konstatierten die Giftigkeit bei Geflügel, Fleischfressern, Schweinen und Rindvieh; 6—7 g pro kg Lebendgewicht des letzteren (Kälber) bewirkte den Tod.

Man darf annehmen, daß der Giftgehalt der Radesamen verschiedener Provenienz ein verschiedener ist, so daß ein Schaden bei Fütterung nicht einzutreten braucht. Stets wird aber Vorsicht geboten sein, wenn einmal radehaltige Kleie verwertet werden muß. Beachtenswert ist, daß durch starke Hitze (Rösten, Backen) das Githagin leicht zerstört wird und daher durch diese Zubereitung das Futter verbessert werden kann.

Das Reisfuttermehl wird als Abfall namentlich in den Reismühlen zu Bremen in großen Massen gewonnen, nach Süddeutschland auch vielfach aus Holland und Italien eingeführt. Bei guter Beschaffenheit enthällt es 12 % Proteïn und 12 % Fett neben fast 50 % Kohlehydraten (fast ausschließlich Stärkemehl) und liefert ein schmackhaftes, leichtverdauliches Futtermittel, welches für die Mästung der Schweine vortrefflich wirkt und bei Kühen die Produktion einer feinschmeckenden Milch und Butter begünstigt. Leider erniedrigt es leicht den Schmelzpunkt der tierischen Fette und auch der Butter. Man muß jedoch bei dem Ankauf von Reisfuttermehl vorsichtig sein, da es nicht selten mit anderen, billigeren Mahlabfällen verfälscht und sogar mit Gips und Kreidepulver versetzt wird, außerdem aber oft unter dem gleichen Namen oder als Reiskleie im Handel eine Masse vorkommt, welche nur aus fein zerriebenen, harten und strohigen Reishülsen oder Schalen besteht und kaum einen dem Stroh oder der Spreu der gewöhnlichen Halmfrüchte

gleichen Futterwert besitzt, also gar nicht als konzentriertes Futtermittel bezeichnet werden kann.

Wie im Weizen, ist auch im Hafer der Stickstoffgehalt ein sehr wechselnder, hier großenteils bedingt durch die Dicke der Hülsen und durch deren Verhältnis zum Gewicht des eigentlichen Kornes. Das letztere ist meistens ziemlich stickstoffreich und ausgezeichnet durch einen relativ hohen Fettgehalt (4—7 %). Die Güte des Hafers ist nicht immer einfach aus dem Gewicht eines bestimmten Maßes der Körner zu entnehmen; oft wäre es gewiß sehr lohnend, bei dem Ankauf größerer Quantitäten dieses wichtigen Pferdefutters durch die chemische Analyse dessen Nährstoffgehalt ermitteln zu lassen. Ob und inwiefern dem Hafer wegen seines Gehaltes an einer das Nervensystem anregenden Substanz als Futter für die Pferde eine gleichsam spezifisch günstige Wirkung zuzuschreiben ist, läßt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, und ebenso unsicher ist es, die infolge der Fütterung von Haferschrot bei Kühen beobachtete Steigerung der Milchproduktion auf dieselbe Ursache zurückzuführen. Durch Quetschen und Schroten des Hafers soll übrigens die erregende Eigenschaft desselben wesentlich geschwächt werden.

Die Gerste ist im allgemeinen, und zwar um so mehr, je vollkommener, größer und gleichmäßiger die Körner ausgebildet sind, etwas stickstoffärmer als die andern, im großen gewöhnlich angebauten Cerealien. Für Zwecke der Fütterung empfehlen sich die in Proteïngehalt meist erheblich höheren Varietäten der sechszeiligen Gerste, besonders, wenn sie im kontinentalen Klima (russische) gewachsen sind. In noch höheren Grade proteïnarm sind Buchweizen und Mais, obgleich auch hier wiederum bedeutende Schwankungen vorkommen. Im Mais ist ferner eine reichliche Menge von Fett enthalten (5 bis manchmal 8 %), und dadurch mag zum Teil der erfahrungsmäßig sehr günstige Nähreffekt bei der Mästung, namentlich der Schweine, sich erklären. Auch für Pferde hat der Mais als ein gutes Kraftfutter sich bewährt, wenn sie dabei auch etwas leichter schwitzen und mehr Wasser saufen. Es ist rätlich, gleichzeitig etwas Bohnenschrot zu verabreichen, um auf diese Weise ein mittleres Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter herzustellen. Bei der großen Pariser Omnibus-Gesellschaft füttert man den Mais bis zur Hälfte der Haferration und hat es sehr vorteilhaft gefunden, die Maiskolben zusammen mit den Körnern zu zermalmen, weil auf diese Weise eine Portion Celluloſe, welche den Körnern fehlt, noch hinzukommt und das ganze in Bezug auf Zusammensetzung und Nährwert dem Hafer ähnlicher wird. Ebenso günstige Erfahrungen hat man bei der Omnibus-Gesellschaft in

New-York (bis 7 kg täglich) und bei der Berliner Pferde-Eisenbahn-Gesellschaft gemacht, wo man sogar bis zu 7 1/2 kg Mais neben 1 1/2 kg Hafer pro Tag verfütterte. Die Berliner Posthalterei läßt nur kleinere Portionen von Mais verabreichen (im Winter 3 und im Sommer 2 kg pro Tag) und hat beobachtet, daß die Tiere je nach der Individualität den gequetschten Mais bald trocken, bald durchnäßt oder auch mit Kochsalz, Kleien 2c. versetzt mit Vorliebe aufnehmen. Im allgemeinen ist der Mais ein vortreffliches Futter für solche Pferde, welche zwar angestrengt, aber in einem regelmäßigen und nicht sehr raschen Tempo arbeiten; für leichte Reitpferde ist derselbe weniger geeignet.

Hinsichtlich der **Biertreber** ist zu erwähnen, daß sie 20—24 % Trockensubstanz enthalten und wegen ihres Reichtums an verdaulicher Eiweißsubstanz ein enges Nährstoffverhältnis haben, auch durch aromatische Beschaffenheit den Tieren sehr schmackhaft zu sein scheinen und bei der Mästung, wie bei der Milchproduktion gute Dienste leisten; sie sollen sogar für die Milchsekretion spezifisch günstig wirken. Die Treber aus dunklem (bayrischen) und hellem (Pilsener) Malz haben nach den Untersuchungen von Behrend fast genau die gleiche Zusammensetzung. Die getrockneten Biertreber zeigten sich in Versuchen von B. Weitzmann in Halle von völlig gleicher Wirkung für die Milchproduktion wie ein entsprechendes Quantum von frischen Trebern; die Tagesration der ersteren konnte bis auf 6 kg pro 1000 Pfd. Lebendgewicht gesteigert und dadurch die Tiere bestimmt werden, ein bedeutend größeres Quantum eines die Milchsekretion günstig beeinflussenden Futters aufzunehmen. Wenn jedoch das Trocknen der Biertreber bei zu hoher Temperatur (über 90° C.) erfolgt und vorher noch ein Auspressen des Saftes stattgefunden hat, so geht damit Nährstoff verloren und es ist im ersteren Falle die Verdaulichkeit der Eiweißstoffe vermindert, wie Stutzer nachgewiesen und B. Schulze bestätigt hat.

Der bei der Fabrikation von Weizenstärke als Nebenprodukt gewonnene **Kleber** ist ein gutes Futter für Mastschweine und kommt auch als eine trockene brüchige Masse zuweilen im Handel vor, in welchem Zustand er von den Schafen gern gefressen wird und als Zusatz zu einem stickstoffarmen Futter bei der Mästung dieser Tiere mit gutem Erfolg benutzt werden kann. Die **Malzkeime** endlich sind ein beliebtes Futtermittel für Jungvieh, wie für Milch- und Masttiere; sie verhalten sich hinsichtlich ihres großen Stickstoffgehalts den Hülsenfrüchten und den Ölkuchen ähnlich, nur hat man darin bedeutende Mengen von Amidstickstoff gefunden, in Hohenheim z. B. 23—36, im Mittel 27 % des Gesamtstickstoffes, welcher durchschnitt-

lich 4 % der Trockensubstanz der Malzkeime ausmacht. In kleinerer Quantität verabreicht, auf 1000 kg Lebendgewicht höchstens 2 bis 3 kg pro Tag, sind sie meist ein gutes Milchfutter, nur manchmal beobachtete man, daß sie der Butter einen bitteren Geschmack verleihen; zu große Portionen, 5 kg und darüber, sollen leicht ein Verkalben der Kühe verursachen. Auch ist zu beachten, daß die Güte und Nährwirkung dieses Futtermittels nicht selten durch Beimischung von Staub und Kehricht eine wesentliche Verminderung erleidet.

2. Bei den Körnern der Hülsenfrüchte sind die Schwankungen im Gehalt an Proteïnstoffen nicht so bedeutend, wie bei den Cerealien; sie bewegen sich zwischen 22 und reichlich 30 % der Trockensubstanz, und zwar sind die Bohnen und namentlich die Wicken meistens etwas stickstoffreicher als die Erbsen. Eine Ausnahme bilden die Lupinen, in deren Trockensubstanz man 32 bis zu 48 % an Proteïnstoffen gefunden hat, in den Samen der gelben Lupinen beträchtlich mehr als in denen der blau und weiß blühenden Sorten. Die Lupinen besitzen einen eigentümlich bitteren Geschmack, an welchen nur die Schafe sich leicht gewöhnen, während dieses Futter den anderen landwirtschaftlichen Tieren wenig oder gar nicht zusagt. Bei dem guten Gedeihen dieser Pflanze selbst auf dürftigem Sandboden und bei dem verhältnismäßig billigen Handelspreise der überaus stickstoffreichen und daher zur Herstellung engerer Nährstoffverhältnisse sehr geeigneten Körner ist es begreiflich, daß man mehrfach Versuche gemacht hat, um den Bitterstoff daraus möglichst zu entfernen und auf solche Weise die Schmackhaftigkeit auch für andere Tiere, außer den Schafen und Ziegen, zu erhöhen. Dies geschieht am besten durch wiederholtes Auslaugen mit kaltem Wasser, nach vorausgehendem einstündigen Dämpfen bei 100° C. Letztere Methode ist in Hohenheim von O. Kellner wissenschaftlich geprüft worden und hat in exakten Versuchen mit Hammeln, Pferden und mit Milchkühen sich gut bewährt; die Wirkung der entbitterten Lupinen für die Milchproduktion war eine sehr günstige, anscheinend eine noch etwas günstigere als die der damit in Vergleich gestellten Ackerbohnen. Ähnliche Resultate wurden in Halle erzielt; alle landwirtschaftlichen Tiere nahmen dieselben willig und mit gutem Erfolge auf. Bei Pferden ist jedoch anderwärts häufig eine sehr ungünstige Wirkung der entbitterten Lupinen gefunden worden, auch wenn sie dieselben anfänglich gut fraßen; entsprechende Vorsicht ist daher zu beobachten. Andere zur Entbitterung der Lupinen vorgeschlagene Methoden bieten zu wenig besondere Vorzüge, um sie hier näher zu besprechen; höchstens könnte in Betracht kommen, ein einfaches längeres Auslaugen

in kaltem, fließendem Wasser, wenn ein genügend großer Bach zur Disposition steht, in welchen die Lupinen in Körben eingestellt werden können. Es ist dies billig und bequem und von v. Salisch-Postel vorgeschlagen. Nach einer Untersuchung von B. Schulze betrugen hierbei die Verluste an Trockensubstanz (je nach der Temperatur des Wassers von 4—12° R.) nur 5—11%, an Proteïn 1—5%, an stickstofffreien Extraktstoffen 15—27% und an Aschenbestandteilen 4—7% der Gesamtmenge, während der Gehalt an dem giftigen Alkaloid oder Bitterstoff in Prozenten der Trockensubstanz von 0,36 bis auf bezw. 0,078 und 0,04%, also anscheinend völlig genügend sich verminderte. Zu bemerken ist noch, daß das Dämpfen der Lupinen bei Hochdruck, also über 100° C., die Verdaulichkeit, namentlich des Proteïns, bedeutend vermindert, z. B. nach Gabriel (Dämpfen im Papin'schen Topf bei 140° C.), von 87 bis auf 67%, der gesamten organischen Substanz von 81 auf 68%. Im übrigen finden bei allen anderen Entbitterungsverfahren Verluste von 15—25% der Trockensubstanz statt. Dieselben betreffen hauptsächlich die stickstofffreien Extraktstoffe (45—55%) und die Aschenbestandteile (55—65%), weit weniger die Eiweißsubstanz (5—10%).

Im Mittel aus 18 Einzelversuchen mit Wiederkäuern ergab sich als Verdauungs-Koëffizient der Proteïnsubstanz des Bohnenschrots die Zahl 88, der stickstofffreien Extraktstoffe 92, mit Schwankungen von beziehungsweise 81—95 und 88—95, in Versuchen ferner mit dem Pferd für ersteren Bestandteil 86 und für letzteren 93. Versuche mit Schweinen führten in Hohenheim bei ausschließlicher Fütterung dieser Tiere mit Erbsenschrot, für die Proteïnsubstanz dieses Futtermittels zu der Zahl 85 und für die stickstofffreien Extraktstoffe zu der Zahl 95. Aus einigen Versuchen ferner, in welchen Hellriegel auf der Versuchsstation Dahme Hammel mit Lupinensamen neben Roggenstroh fütterte, konnten für die beiderlei Bestandteile die Verdauungs-Koëffizienten 97 und 81, in Hohenheim dagegen bei Fütterung von Lupinen neben Wiesenheu die Zahlen 92—94 und 84—89 abgeleitet werden, während in Leipzig, nach Versuchen von Stohmann, das Proteïn der Lupinen von Ziegen ebenfalls zu reichlich 90% verdaut und zugleich beobachtet wurde, daß dieses Beifutter die Resorption der stickstofffreien Bestandteile des Wiesenheues begünstigte, ein Verhalten, welches bezüglich der Rohfaser in den Hohenheimer Versuchen mit Hammeln sich bestätigte. Alle bisherigen Beobachtungen zeigen, daß die Verdaulichkeit der Hülsenfrüchte eine relativ hohe und daß man darin durchschnittlich die Proteïnsubstanz zu fast 90%, die stickstofffreien Extraktstoffe als noch etwas leichter verdaulich annehmen kann.

Die chinesische Ölbohne oder Sojabohne, welche in neuerer Zeit auch in Deutschland an manchen Orten angebaut wird, ist ausgezeichnet durch hohen Gehalt an Proteïn (durchschnittlich 33,4 %) und an Fett (17,6 %). In Versuchen, welche auf der Versuchsstation in Wien angestellt wurden, äußerten diese Bohnen eine vorzügliche Wirkung bei der Mästung von Schweinen, wenn man sie neben Kartoffeln verfütterte (1,25—1,35 kg pro Tag und Kopf). Auch bei Schafen, Ochsen und Milchvieh hat man einen günstigen Erfolg beobachtet, überall wo der große Reichtum an Proteïn und Fett neben anderen daran armen Futtermitteln zur Geltung kommen kann. Im Gegensatz zu den Sojabohnen will ich hier noch die Eicheln und Roßkastanien erwähnen, welche beide, namentlich aber die ersteren arm an Proteïn und Fett, dagegen reich an Stärkemehl und dabei leicht verdaulich sind, wie sich für die Eicheln auch in Versuchen mit Hammeln ergab, wobei 88 % der gesamten organischen Substanz zur Verdauung gelangten. Schweine fressen bekanntlich die Eicheln besonders gerne, jedoch werden diese sowohl wie die Roßkastanien auch von Schafen und Ochsen bereitwillig aufgenommen, namentlich wenn man sie in gedörrtem Zustande als Schrot den Tieren darbietet.

3. Ölsamen und Ölkuchen. Die Ölsämereien, von denen die Leinsamen 30—40, die Rapssamen 35—45 % reines Fett enthalten, werden nur selten verfüttert, obgleich es oft vorteilhaft sein würde, wenn man namentlich die geringeren Sorten von Leinsamen in geeigneter Weise als Futtermittel benutzte. Ein an sich fettarmes Futter kann durch einen derartigen Zusatz in seiner Gesamtwirkung wesentlich verbessert werden, vorausgesetzt, daß die Fettmenge nicht zu sehr sich erhöht, weil alsdann bei manchen Tieren leicht Verdauungsstörungen eintreten.

Über die Verdaulichkeit der Ölsamen sind erst wenig direkte Versuche angestellt worden; für Leinsamen fand man dieselbe in Hohenheim, zunächst bezüglich des Rohproteïns auffallend hoch, durchschnittlich wird sie wohl dieselbe sein, wie sie für die daraus gewonnenen Ölkuchen ermittelt worden ist. Von den letzteren hat man die Leinkuchen, Rapskuchen, Baumwollsamenkuchen, Palmölkuchen (entöltes Palmkernmehl), die Kokosnußkuchen, auch Erdnuß-, Sesam- und Sonnenblumensamenkuchen auf ihre Verdaulichkeit geprüft. Die für Leinkuchen angegebenen Zahlen sind die mittleren Resultate von Versuchen, die in Hohenheim mit Hammeln, in Halle von Stohmann mit Ziegen und in Möckern von G. Kühn mit Ochsen ausgeführt wurden, und auch im einzelnen gut übereinstimmen. Einige Versuche, welche Hofmeister in Dresden mit Hammeln und Kühn in

Möckern mit Kühen über die Verdaulichkeit der Rapskuchen anstellte, ergaben sowohl für die Proteïnsubstanz wie für die stickstofffreien Extraktstoffe die Zahl 80, während neuere Versuche mit Ochsen in Möckern für die beiderlei Bestandteile zu den Zahlen 86 und 75 führten. Die Rapskuchen können bei etwas reichlicher Fütterung den Wohlgeschmack der Milch und Butter beeinträchtigen, namentlich wenn sie mehr als 0,5 % an Senföl enthalten, wie es nach Ulbricht bei den aus indischem Raps gewonnenen Kuchen nicht selten der Fall ist.

Die Baumwollsamenkuchen sind in Hohenheim, auch in Breslau von Weiske und B. Schulze in Versuchen mit Hammeln auf ihre Verdaulichkeit geprüft worden. Die Kuchen von ungeschälten Samen (mit 20—25 % Rohfaser) zeigten sich als ziemlich schwer verdaulich, die der geschälten Samen (mit nur 4—6 % Rohfaser) dagegen wurden sehr gut verdaut und verhielten sich in dieser Hinsicht, sowie in ihrer Schmackhaftigkeit für die Tiere (Hammel) ganz ähnlich wie die Kokosnuß-, Sesam-, Erdnuß- und Sonnenblumensamenkuchen. Über die Resultate aller dieser vergleichenden Versuche giebt die Tabelle II im Anhang nähere Auskunft. Die Verdauungs-Koëffizienten für Kokosnußkuchen konnten auch aus Versuchen mit Schweinen in Hohenheim abgeleitet werden, und zwar bei einem Futter, welches zu $^1/_3$ aus diesen Ölkuchen und zu $^2/_3$ aus Gersteschrot bestand. Es wurden die Kokosnußkuchen von den Schweinen sehr gern verzehrt, während sie die Aufnahme von Candlenutskuchen, welche die stickstoffreichsten von allen Ölkuchenarten sind (58 % Rohproteïn in der Trockensubstanz), beharrlich verweigerten und 3 Tage lang vollständig hungerten, ohne das nur in geringer Menge mit diesen Ölkuchen versetzte Gerstenschrot anzurühren. Auch den Schafen war keine Spur von den Candlenutskuchen beizubringen, während man anderswo beobachtet hat, daß dieselben wenigstens von Rindern bereitwillig verzehrt werden. Bezüglich der Palmölkuchen haben Versuche in Möckern und in Hohenheim gezeigt, daß man diesem Futter einen hohen Grad von Verdaulichkeit beilegen muß; außerdem ist dasselbe ausgezeichnet durch Schmackhaftigkeit und durch günstige Wirkung auf die Milchproduktion, sowie bei der Mästung der Tiere.

Die Ölkuchen von ausländischen Sämereien, insbesondere die sehr stickstoffreichen Erdnußkuchen, Sesamkuchen, die Kuchen von geschälten Baumwollesamen, in geringerem Grade die Sonnenblumensamenkuchen haben in Deutschland fast überall Eingang und große Verbreitung gefunden. Es sind darin die so reichlich vorhandenen Eiweißstoffe relativ billig und diese Ölkuchen vorzugsweise geeignet, als Beigabe zu einem sonst ziemlich stickstoffarmen

Futter Verwendung zu finden; sie haben sich vorzugsweise bei der Milchproduktion bewährt, sollten jedoch nicht in größerer Menge als 1—1½ kg pro Kopf und Tag an Kühe verfüttert werden, weil sonst die Schmackhaftigkeit der unter ihrem Einfluß produzierten Milch und Butter oft sich vermindert. Die Erdnußkuchen werden auch als Futter für Pferde empfohlen, nur in der Weise, daß dadurch ein Drittel der täglichen Haferrationen ersetzt wird, z. B. anstatt 6 kg Hafer davon nur 4 kg und außerdem 1 kg Erdnußkuchen zur Verfütterung gelangen. Dabei muß man aber sorgfältig darauf achten, daß dieses Futtermittel rein ist und frei von sandigen Beimischungen, sowie von wolligen Massen und Haaren, welche für die Gesundheit der Tiere nachteilig wirken könnten; eine Beimischung von fein zerriebenen, als Futter fast ganz wertlosen Erdnußschalen kommt ebenfalls vor. Auch die Baumwollensamenkuchen sind manchmal in ähnlicher Weise verunreinigt; jedoch wird in neuester Zeit auf die Reinigung dieser Futterarten schon in den Ölfabriken größere Sorgfalt verwendet. Dagegen finden sich immer noch in allen ausländischen, namentlich aus heißen Ländern bezogenen Ölkuchen und Ölsämereien oft massenhaft Bakterien und Pilzsporen, was einen beginnenden oder völligen Fäulniszustand andeutet und die Schmackhaftigkeit des Futters wesentlich vermindert, so daß die Aufnahme von den Tieren manchmal ganz verweigert wird oder das wirklich aufgenommene Futter nachteilig wirkt. Es ist daher bei der Untersuchung solcher Ölkuchen wünschenswert, nicht auf die chemische Analyse sich zu beschränken, sondern auch mikroskopische Beobachtungen anzustellen und geeignete Pilzkulturen vorzunehmen. Das von den Kuchen Gesagte gilt in gleicher Weise von dem Baumwollensaatmehl, das auf den hiesigen Märkten jetzt die Kuchen fast ganz verdrängt hat.

Außer den amerikanischen Ölkuchen von geschälter Baumwollesaat kommen auch Kuchen von ungeschälter, ägyptischer Saat im Handel, wenn auch jetzt nur noch selten vor, welche wegen Beimischung der fein zerriebenen lederartigen Hülsen weit weniger verdaulich und von geringerer Nährkraft sind, auch bei der Milchproduktion, einigen Versuchen zufolge nicht besonders günstig gewirkt haben. Gleichwohl können sie bei hinreichend billigem Preise immer noch mit Vorteil, hauptsächlich an Wollschafe und Zugochsen verfüttert werden und in England soll man sie sogar nicht selten den aus geschälter Baumwollesaat bereiteten Kuchen vorziehen und ihnen eine günstige diätetische Wirkung zuschreiben. Die Mohnkuchen werden gegenwärtig in beträchtlichen Massen aus orientalischer Mohnsaat gewonnen und namentlich in Süddeutschland zu einem relativ

billigen Preise verkauft, daher auch von den Landwirten häufig verfüttert. Man verabreicht sie an Kühe in Quantitäten von höchstens 1 bis $1^1/_2$ kg pro Tag und Kopf; jedoch erhält die Milch bei längerer Dauer dieser Fütterung und bei größeren Gaben leicht eine wässerige Beschaffenheit und einen faden Geschmack. Die dunkel gefärbten oder „blauen" Mohnkuchen scheinen in dieser Hinsicht weniger nachteilig zu wirken, als die weißen. Auch Hanfkuchen darf man nicht in zu großer Menge verfüttern, weil sie leicht schädlich wirken, besonders bei Schafen und Pferden, weniger bei dem Rindvieh. Dasselbe gilt von den Buchenkernkuchen, welche in mäßiger Menge an Rindvieh verfüttert werden können, bei Pferden aber entschieden giftig wirken, so daß bei diesen Tieren manchmal schon die Aufnahme von wenigen Pfunden einen raschen Tod zur Folge hat.

4. Durch Stickstoffreichtum und Leichtverdaulichkeit ist das jetzt vielfach im Handel vorkommende amerikanische Fleischfuttermehl das konzentrierteste von allen in der Landwirtschaft benutzten Handelsfuttermitteln. Es besteht aus den getrockneten und gleichförmig zerriebenen Rückständen von der Fleischextrakt-Fabrikation, enthält lufttrocken 10 bis 13 % Feuchtigkeit und im völlig wasserfreien Zustand 82 bis 83 % Eiweißsubstanz nebst 13 bis 14 % Fett. Bei einigen in Hohenheim mit Schweinen ausgeführten Versuchen, in welchen das Fleischmehl zu 0,25 und 0,5 kg pro Kopf und Tag neben Kartoffeln verfüttert wurde, gelangten von der Eiweißsubstanz des ersteren 97 %, von dem Fett 87 und von der gesamten organischen Substanz 95 % zur Verdauung und Resorption. Bei so großer Leichtverdaulichkeit ist es begreiflich, daß das Fleischmehl eine vorzügliche Nährwirkung äußert, namentlich dann, wenn es als Zusatz zu einem sonst stickstoffarmen Futter dazu dient, das im sonstigen Futter vorhandene weite Nährstoffverhältnis dem Fütterungszweck entsprechend zu verengen. Es ist dieses Futtermittel um so wertvoller, als man damit die Tiere zu der bereitwilligen Aufnahme einer größeren Masse des Gesamtfutters, namentlich von Kartoffeln bestimmen kann. Darüber haben insbesondere die in Hohenheim ausgeführten Versuche Aufklärung gegeben, aus deren Resultaten man auch entnehmen konnte, daß das Fleischproteïn, bei gleichem Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter, ziemlich dieselbe Nährwirkung äußert wie vegetabilisches Eiweiß, z. B. Erbsenproteïn. Auch wurde das Fleischmehl mit günstigem Erfolg an Milchkühe und an Mastochsen verfüttert, welche Tiere ihren Widerwillen gegen dieses Futter bald überwinden, wenn es in geeigneter Mischung und von ganz kleinen Portionen an in allmählich steigender Menge bis zu 1 und $1^1/_2$ kg pro Kopf und Tag verabreicht wird. Wenn die

Tiere sich erst an das Fleischmehl gewöhnt haben, so verzehren sie dasselbe sehr begierig. Am hartnäckigsten verweigern die Schafe die Aufnahme dieses Futtermittels; jedoch ist es auch bei ihnen gelungen, sie daran zu gewöhnen, z. B. auf der Versuchsstation in Dresden bei Lämmern, welche vom 6. Lebensmonat an 186 Tage lang ziemlich beträchtliche Quantitäten Fleischmehl verzehrten. Der Erfolg war in diesen Versuchen freilich gegenüber dem Gersteschrot kein besonders günstiger; eine bessere Wirkung zeigte sich auf der Versuchsstation in Kuschen, wo E. Wildt Hammel ausschließlich mit Gerstestroh und Fleischmehl fütterte und bei einem Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter = 1 : 3,5 in einer allerdings nur kurzen Versuchsperiode, eine beträchtliche Gewichtszunahme der Tiere beobachtete. Die Verdauung des Fleischmehls durch die Hammel erfolgte hierbei ebenso vollständig, wie in den Hohenheimer Versuchen mit Schweinen. Bei Kühen äußerte dieses Futtermittel nach Versuchen von Schrodt und Peter in Kiel einen sehr günstigen Einfluß, indem 0,9 kg Milch täglich pro Kopf mehr produziert werden, wenn man in der Tagesration 1 kg als Ersatz für 1 kg Rapskuchen und $^1/_2$ kg Kleie verabreichte; der prozentige Fettgehalt der Milch blieb dabei unverändert.

5. Von anderen animalischen, an Eiweiß reichen Stoffen sind noch die folgenden als Futtermittel für pflanzenfressende Tiere geprüft worden. Zunächst ist der norwegische Fischguano zu erwähnen, welcher meistens als Düngemittel benutzt wird, aber auch nach zuerst in Proskau von Weiske und Kellner und sodann von letzterem in Hohenheim angestellten Versuchen sehr wohl zur Fütterung dienen kann. Der Fischguano enthält nur wenig Fett (etwa 2 %) und die stickstoffhaltigen Bestandteile sind meist sog. leimgebende Substanzen, deren Nährwirkung derjenigen der Eiweißstoffe nicht gleich ist; jedoch hat in den Proskauer Versuchen mit Hammeln sich ergeben, daß die stickstoffhaltige Substanz des Fischguano wegen der großen Leichtverdaulichkeit sogar einen besseren Nähreffekt äußerte, als ein dieselbe Stickstoffmenge enthaltendes Gemenge von gutem Wiesenheu und Haferschrot. Die Verdauung der stickstoffhaltigen Substanz im Fischguano fand man in Hohenheim, ebenfalls in Versuchen mit Hammeln zu 90 % und ferner ergab sich, daß die in diesem Präparat so reichlich vorhandene Phosphorsäure bei dem Durchgang durch den Tierkörper relativ leichter löslich und daher im Dünger zu gunsten der Vegetation rascher wirksam wird. Nach solchen Versuchsresultaten kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch der Fischguano als ein gutes Kraftfutter anzusehen ist; ob er aber die Konkurrenz mit dem jetzt im Handel relativ billig gewordenen Fleischmehl auszuhalten vermag, erscheint fraglich. In neuerer Zeit

werden unter wechselndem Namen ähnliche Präparate hergestellt, wie Fischmehl, Heringsmehl. A. Sebelien prüfte ein solches Fischmehl mit günstigem Erfolge bei Milchkühen. Wesentlich für die Beurteilung ist neben der Analyse der Geruch der Präparate; derselbe darf kein starker, eine bereits eingetretene Zersetzung anzeigender sein.

In einigen Versuchen, welche auf der Versuchsstation Kuschen mit Blutmehl oder getrocknetem Blut (Proteïngehalt in der Trockensubstanz 91,9 %) von Wildt angestellt wurden, ergab sich, daß Schweine das Rohproteïn des Blutmehles zu 72 %, Hammel dagegen nur zu 62 % verdauten, wobei das Hauptfutter beziehungsweise aus Kartoffeln und Gerstestroh bestand. Das Blutmehl hatte jedoch eine sehr harte und feste Beschaffenheit, und es ist anzunehmen, daß dasselbe bei feinerer Verteilung und besserer Vorbereitung durch Einweichen oder Kochen noch vollständiger zur Verdauung gelangt wäre. Das wirklich verdaute Blutmehlproteïn hatte bei den Schweinen anscheinend dieselbe Nährwirkung wie vegetabilisches Eiweiß, nämlich Erbsenproteïn.

Ein dem Fleischmehl in der Zusammensetzung und Wirkung ähnliches Schweinefutter bilden die Maikäfer, welche in der Trockensubstanz fast dieselbe Menge von Fett und nicht viel weniger Stickstoff enthalten. Der letztere ist aber zum Teil in der Form von „Chitin", einer anscheinend völlig unverdaulichen Substanz, vorhanden, so daß von der Gesamtmenge des Maikäfer-Stickstoffes nur etwa 62 % verdaut werden, während der Verdauungs-Koëffizient für die Fettsubstanz fast derselbe ist, wie bei dem Fleischmehl, nämlich = 83. Es sind diese Zahlen aus direkten, in Hohenheim ausgeführten Versuchen entnommen, in welchen die auf einer Darre getrockneten und mittelst der Kartoffelreibe gröblich zerrissenen Maikäfer zu $^1/_3$ und $^1/_2$ vom Gewicht des Gesamtfutters neben Gersteschrot an Schweine verfüttert wurden. Im frischen Zustand enthalten die Maikäfer 29 bis 30 % Trockensubstanz und werden ebenfalls gern von den Schweinen gefressen. Jedoch ist es für eine möglichst vorteilhafte Ausnutzung dieses Futtermittels wichtig, dasselbe beliebig lange, wenigstens über den Sommer bis zum Herbst aufzubewahren; bezüglich der Methoden, wie dieses am zweckmäßigsten geschieht, sind erst noch weitere Versuche anzustellen. Die erwähnten Fütterungsversuche wurden im Winter ausgeführt, und die Maikäfer waren bis dahin im getrockneten und zerriebenen Zustand in lose verschlossenen Fässern aufbewahrt worden. Hierbei beobachtet man, daß die einmal getrocknete Masse nur wenig hygroskopisch ist und selbst an der Luft sich lange Zeit unverändert erhalten würde, wenn nicht leicht Maden oder kleine Würmer in großer Menge sich einfänden. Das letztere wird wohl

durch passende Vorkehrungen zu verhindern sein; eine Beimischung von Salz wirkte jedoch in dieser Hinsicht eher nachteilig als günstig. Jedenfalls verdienen die Maikäfer als Schweinefutter Beachtung; 3 Zentner der frisch getöteten Insekten liefern 1 Zentner lufttrockener Futtermasse mit 10 bis 12 % Feuchtigkeit.

6. Von den Abfällen der Molkerei, welche hier noch Erwähnung finden mögen, kommen hauptsächlich die Magermilch und die Molken und zwar hauptsächlich als Futter für die Schweine in Betracht, wenn wir absehen von der Ernährung der ganz jungen Tiere mit Muttermilch. Die Molken enthalten meistens etwa 1 % Proteïnsubstanz neben 4 bis 6 % Milchzucker und 0,3 bis 0,6 % Fett; das Nährstoffverhältnis ist darin also keineswegs ein sehr weites, freilich ein wechselndes, je nachdem bei der Käsefabrikation eine mehr oder weniger vollständige Ausscheidung der Eiweißstoffe stattgefunden hat. Für die Schweine sind Molken ein überaus schmackhaftes und gedeiliches Futter, namentlich wenn die große Wässerigkeit derselben durch Zusatz von Körnerschrot vermindert ist; selbst manche diesen Tieren an sich weniger zusagende Futtermittel, wie Kleien, Haferschrot 2c., scheinen dadurch zu einer größeren Nährwirkung zu gelangen. Noch weit nährkräftiger als die Molken muß natürlich die abgerahmte, saure oder Schlickermilch sein; es ist darin ein enges Nährstoffverhältnis vorhanden, so daß mit ihrer Hilfe reichliche Mengen von Kartoffeln und anderen stickstoffarmen Futtermitteln um so vollständiger ausgenutzt werden können. Die Milch ist in allen ihren Bestandteilen leicht verdaulich; selbst wenn dieselbe als ausschließliche Nahrung verabreicht wird, bleibt nur sehr wenig unverdaut, wie die Versuche von Soxhlet in Wien mit Kälbern beweisen.

Die Fütterung
der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Die Gesetze der tierischen Ernährung sind im wesentlichen dieselben für alle Gattungen der Säugetiere; sie gewähren daher auch eine feste Grundlage für die Praxis der landwirtschaftlichen Fütterung. Nur durch die Art des Futters, welches sie verzehren, nicht durch die Art der Nährstoffe und deren allgemeine Wirkung auf den Organismus unterscheiden sich die einzelnen Tiergattungen von einander. Der Magen und Darm des Pflanzenfressers, insbesondere der wiederkäuenden Tiere hat die Fähigkeit, ein für den Fleischfresser schwer und im älteren Zustande gar nicht verdauliches Kohlehydrat, die Celluloſe nämlich, in lösliche Verbindungen überzuführen und dadurch auch aus den an Celluloſe reichen Futtermitteln das Stärkemehl, Eiweiß &c. gleichsam frei, den Verdauungssäften zugänglicher zu machen. Wenn aber die für alle Tiere gleichen Nährstoffe einmal in den Kreislauf der Säfte eingetreten sind, dann sind auch die Wirkungen und die Zersetzungsvorgänge ihrer ganzen Richtung nach überall dieselben, beim Pflanzenfresser wie beim Fleischfresser; der quantitative Erfolg der betreffenden Prozesse ist freilich oft ungleich wegen der meist verschieden großen Zufuhr der einzelnen Nährstoffe, es kann aber auch ganz der gleiche sein, da unter Umständen der Fleischfresser ebenso viel an Kohlehydrat aufnimmt, verdaut und resorbiert wie der Pflanzenfresser (s. S. 27).

Bei der Feststellung der Menge und des Verhältnisses der Nährstoffe im täglichen Futter der Tiere und für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung kann es sich selbstverständlich nur um die wirklich verdaulichen Futterbestandteile handeln.

Es kommen bezüglich der landwirtschaftlichen Nutztiere hauptsächlich nur zweierlei Klassen von organischen Nährstoffen in Betracht, nämlich Eiweiß und Kohlehydrate oder stickstoffhaltige (Nh) und stickstofffreie (Nfr) Nährstoffe; die Gesamtmenge der letzteren ist nach Zusammensetzung und Nährkraft dem Stärkemehl nahezu gleich, insbesondere wenn das im Futter enthaltene Fett, soweit das-

selbe überhaupt verdaut wird, auf das Stärkemehl-Äquivalent reduziert worden ist. Wir werden jedoch auch das Fett als solches in den „Fütterungsnormen“ aufführen, obgleich es nicht möglich ist, eine bestimmte Menge dieses Futterbestandteiles für jeden einzelnen Fütterungszweck mit einiger Sicherheit festzustellen. Man darf jetzt ziemlich sicher annehmen, daß bei allen nicht sehr reichlichen Rationen der Pflanzenfresser das Fett leicht durch die äquivalente Menge anderer stickstofffreier Stoffe zu ersetzen ist; nur in vereinzelten Ausnahmen, scheint ein Minimum davon vorhanden sein zu müssen, um die Bekömmlichkeit der Nahrung zu sichern. Im allgemeinen weiß man, daß das Nahrungsfett im Tierkörper leichter zum Ansatz gelangt als das sonst neu gebildete Fett, und daß ersteres unter Umständen als sehr konzentriertes Respirationsmittel eine günstige Wirkung ausübt, während dasselbe in seinem Verhalten zum Umsatz und Ansatz des Eiweißes durch Kohlehydrate leicht ersetzt werden kann. Es ist daher anzunehmen, daß das im täglichen Futter enthaltene Fett bei der Mästung und Milchproduktion, auch bei der Fütterung der Zugtiere, zunächst der Pferde, eine direkt wichtige Rolle spielt, daß also vorzugsweise in den Fällen, wo der ganze Fütterungszweck ein verhältnismäßig stickstoffreiches Futter verlangt, passend auch in dem letzteren die Menge des Fettes zu erhöhen sein möchte.

Wie in dem Kapitel über den Kraftwechsel des näheren ausgeführt wurde, vermag der Tierkörper einen großen Teil seines Nahrungsbedürfnisses mit jedem der drei Nährstoffgruppen zu decken. Sieht man daher von gewissen Extremen ab, so kann dieses Nahrungsbedürfnis proportional dem Energiegehalt aller resorbierten Nährstoffe gesetzt werden. Dadurch gewinnt man nicht nur einen einfachen Ausdruck dafür, sondern auch eine Vereinfachung vieler bei der Fütterung der Tiere vorliegender Probleme. Es ist daher erforderlich, daß in Nachstehendem, so weit es nach den bisherigen Forschungen möglich ist, Zufuhr wie Verbrauch und Verwertung der Energiemengen bei der Berechnung der zweckmäßigsten Ernährung ihre Berücksichtigung finden. Zweckmäßig und bequemer wird dabei statt mit Calorien meist mit Stärkemehl-Äquivalenten als Nährstoffeinheiten zu rechnen sein.

Die Fütterungsnormen müssen endlich auch über die Gesamtmenge an Trockensubstanz im täglichen Futter der Tiere Auskunft geben; es wird hierdurch, bei gleichzeitiger Angabe der verdaulichen Bestandteile, angedeutet, wie überhaupt das Gesamtfutter nach Volumen und Nährkraft beschaffen ist, ob daran größere oder geringere Mengen von voluminösen oder mehr intensiv nährenden

Futtermitteln Anteil haben. Bezüglich aller Fütterungsnormen aber ist zu erwähnen, daß man dieselben in der Praxis nicht gar zu ängstlich, bis auf ein ganz genaues Zutreffen der einzelnen Zahlen zu befolgen braucht; ihre große Bedeutung liegt darin, daß sie einen allgemeinen Anhalt gewähren, die richtigeren Ernährungsverhältnisse rasch erkennen lassen und, soweit mehrere Normen für verschiedene Leistungen derselben Tierart gegeben werden, einen Fingerzeig geben, in welcher Art die Fütterung verschiedener Leistung am besten anzupassen ist.

Wir betrachten es als die erste Aufgabe der landwirtschaftlichen Fütterungslehre, gleichsam als das Ziel unseres Strebens auf dem Gebiete derselben, für die verschiedenen Fütterungszwecke die passendste Menge und das richtige Verhältnis der Nährstoffe im täglichen Futter der Tiere zu ermitteln, und müssen wir im vorliegenden Abschnitt dieser Ausarbeitung uns auch hauptsächlich auf Erörterungen hierüber beschränken. Alles was auf die Schmackhaftigkeit oder etwaige „spezifische" Wirkung der einzelnen Futtermittel für die verschiedenen Tiergattungen oder für diesen und jenen Fütterungszweck sich bezieht, soll der ursprünglichen Tendenz dieses Buches entsprechend keine nähere Erörterung erfahren.

Es ist ferner nicht unsere Absicht, über die passendste Behandlung und Pflege des Viehes, über Stalleinrichtungen, Futterordnung oder die verschiedenen Methoden der Zubereitung des Futters Erörterungen anzustellen. Wir setzen vielmehr voraus, daß alles hierauf Bezügliche aus der Praxis bekannt ist und in zweckdienlicher Weise zur Anwendung kommt; nur wenn letzteres geschieht, kann man von den im Futter dargebotenen Nährstoffen die relativ höchste Ausnutzung erwarten, auch dann, wenn z. B. durch die Art der Zubereitung des Futters keineswegs die Verdaulichkeit desselben, sondern nur die Schmackhaftigkeit und damit das bereitwillig aufgenommene Gesamtquantum erhöht sowie die Verdauungsarbeit vermindert wird.

Man unterscheidet gewöhnlich zwischen Erhaltungsfütterung der Tiere und deren Produktionsfütterung. Jedoch läßt sich die letztere von der ersteren nicht immer scharf trennen, es handelt sich nur um eine mehr oder weniger starke und intensive Ernährungsweise, je nach den verschiedenen Zwecken der Fütterung, welche wir im folgenden nebst den betreffenden Fütterungsnormen betrachten wollen.

Es ist leicht begreiflich, daß, um volljährige und in der Stallruhe befindliche Tiere auf einem mittleren Ernährungszustand zu erhalten, ein Minimum von Eiweiß im täglichen Futter genügen

muß und ein viel weiteres Nährstoffverhältnis vorhanden sein kann als bei der Produktionsfütterung. Für die letztere wirken, wie schon mehrfach erwähnt wurde, **mittlere Nährstoffverhältnisse** am vorteilhaftesten. Das Eiweiß der Nahrung ist fast bei jeder Produktion, von Kraft, Fleisch, Fett, Milch, Wolle &c. direkt thätig und liefert oft auch vorherrschend das dazu erforderliche Material; das Nährstoffverhältnis darf daher kein zu weites sein, weil sonst nicht die zu einer lohnenden Produktion nötige Menge Eiweiß im täglichen Gesammtfuter von den Tieren aufgenommen werden könnte. Außerdem haben wir gesehen (S. 99 ff.), daß zu weite, eine gewisse Grenze überschreitende Nährstoffverhältnssie immer auch, und zwar oft sehr beträchtlich, die Verdauung zunächst der Proteïnsubstanz des Rauhfutters vermindern, wodurch also wiederum die absolute Menge des für Produktionen verschiedener Art verwendbaren Eiweißes eine geringere wird. Auf der anderen Seite aber darf das Nährstoffverhältnis nicht als ein zu enges sich gestalten; in diesem Fall wird durch das Nahrungseiweiß zunächst und hauptsächlich der intermediäre Eiweißstrom verstärkt, die Menge des sog. Zirkulationseiweißes im Tierkörper erhöht, damit eine oft ganz unnötig vermehrte Zerstörung wertvoller Eiweißsubstanz veranlaßt und oft erheblich höhere Energiemengen durch den Harn ausgeschieden. Das Resultat ist alsdann oft sogar ein schlechteres, als wenn absolut und relativ weniger an Eiweiß von den Tieren verzehrt wurde, d. h. bei einer im allgemeinen kostspieligeren Fütterungsweise weniger gut als bei einer billigeren. Es ergiebt sich hieraus, daß eine rationelle Produktionsfütterung hinsichtlich der Nährverhältnisse nur innerhalb ziemlich enger Grenzen sich bewegen darf.

Bei der Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere sind als mittlere und daher für eine lohnende Produktion besonders geeignete Nährstoffverhältnisse 1 : 4 bis 1 : 7 anzusehen. Dieselben sind daher stets zu erstreben und Abweichungen davon nur zu gestatten, wenn der wirtschaftiiche Zwang, gewisse Futterstoffe zu verwerten, dieselben unvermeidlich macht.

Innerhalb der Grenzen von 1 : 4 bis 7 kann der Landwirt ohne erhebliche Nachteile variieren und erhält damit eine gewisse Freiheit in seinen Dispositionen. Abwägung der jedesmal vorhandenen besonderen Umstände, die Preise der Futtermittel, die Leicht- oder Schwerverdaulichkeit derselben haben ihn zu bestimmen.

Die mittleren Nährstoffverhältnisse, 1 : 4 bis 7, entsprechen auch am meisten der „naturgemäßen“ Fütterung der landwirtschaftlichen Tiere. Sehr mißverständlich wird häufig das **Wiesenheu** mittlerer Güte (Nährstoffverhältnis = 1 : 8) als das **Normalfutter** zu-

nächst für die Wiederkäuer betrachtet; es kann dies aber nur für die Erhaltungsfütterung und eine mäßige Produktion als richtig gelten, für eine rasche und reichliche Produktion von Fleisch, Fett, Milch und Kraft genügt das gewöhnliche Wiesenheu keineswegs, auch wenn es bis zur völligen Sättigung der Tiere verabreicht wird. Wollte man von einem Normalfutter der grasfressenden Tiere sprechen, so ist vielmehr das Gras, wie sie es auf einer guten Weide finden, als ein solches zu bezeichnen und in dem Weidefutter hat man meist ein Nährstoffverhältnis = 1 : 4 bis 6. Nur bei einem solchen Verhältnis und wenn gleichzeitig vermöge der mechanischen Beschaffenheit des Futters das erforderliche absolute Quantum von Nährstoff aufgenommen werden kann, ist bei den Kühen die höchstmögliche Milchproduktion, bei dem Jungvieh ein normales Wachstum, bei Masttieren eine entsprechende Fettbildung zu erwarten. Auf der Weide werden nur die zarten Gräser und Kräuter bereitwilligst verzehrt, dagegen die langstengeligen und schon in die Blüte getretenen Pflanzen verschmäht; das letztere Futter, also auch das daraus bereitete Heu, kann daher unmöglich ein durchaus naturgemäßes und normales sein.

In dem Kleeheu mittlerer Qualität ist das Nährstoffverhältnis = 1 : 5 bis 6; es würde also hiernach einer Produktionsfütterung besser entsprechen als das Wiesenheu, aber wegen der meist holzigen und voluminösen Beschaffenheit kann damit nicht eine genügende Menge von Gesamtnährstoff aufgenommen werden, geht auch viel der aufgenommenen Energie durch Arbeit der Kaumuskeln wieder verloren; man muß zum Zweck einer möglichst hohen Produktion ein leichtverdauliches Beifutter mit ähnlichem Nährstoffverhältnis verabreichen. Der junge Klee, wie er vor der Blüte häufig geschnitten und als Grünfutter benutzt wird, hat ein Nährstoffverhältnis = 1 : 4 und sogar = 1 : 3; die ausschließliche Fütterung desselben ist alsdann meist eine Futterverschwendung, es ist damit ein Verlust, namentlich von Eiweißsubstanz verbunden, und man erreicht dasselbe Resultat auf eine meist billigere Weise, wenn durch Beimischung von Strohhäcksel, Spreu &c. das Nährstoffverhältnis bis auf 1 : 5 erweitert wird. Bei dem in voller Blüte geschnittenen Grünklee ist natürlich eine derartige Beimischung unnötig; es wird im Gegenteil eine Beigabe von geeignetem, leichter verdaulichem Futter oft am Platze sein.

Es ist ferner bemerkenswert, daß auch in den Körnern der Cerealien, also in unseren wichtigsten Brotfrüchten, ein mittleres Nährstoffverhältnis = 1 : 5 bis 7 vorhanden ist, in der Gerste und besonders im Mais meistens ein etwas weiteres als im Hafer,

Roggen und Weizen. Ähnlich ist es auch bei den Kleienarten (1 : 4 bis 5), während die Hülsenfrüchte, Biertreber, Malzkeime und Branntweinschlempe bekanntlich sehr stickstoffreich sind und ein Nährstoffverhältnis = 1 : 2 bis 3 haben, welches in den gewöhnlichen Ölkuchen noch mehr, bis auf 1 : 1 bis 2 sich verengt. Derartige stickstoffreiche Substanzen äußern eine vorzügliche Wirkung, oft schon wenn sie in verhältnismäßig kleinen Mengen neben einem stickstoffarmen Beifutter oder Hauptfutter verabreicht werden.

Selbst in dem natürlichsten und am meisten produktionsfähigen Futter der ganz jungen Tiere, nämlich in der Muttermilch, findet man immer noch ein ziemlich mittleres Nährstoffverhältnis, sobald man das vorhandene Fett mit dessen Stärkemehläquivalent in Rechnung bringt, z. B. in Kuhmilch = 1 : 4,5 (bei durchschnittlich 3 % Eiweiß, 3,5 % Fett und 5 % Zucker). In der Milch fleischfressender Säugetiere ist das Nährstoffverhältnis gewöhnlich ein engeres, in der Frauenmilch ein etwas weiteres als in der Kuhmilch.

Erhaltungsfütterung der Ochsen.

Um für die rationelle Fütterung, zunächst der Wiederkäuer, die nötige Grundlage zu schaffen, war es wichtig, das Minimum an Nährstoff zu ermitteln, welches volljährige Tiere bei völliger Ruhe im Stalle zu ihrer Erhaltung in einem mittleren Ernährungszustand als tägliches Futter bedürfen. Zu derartigen Versuchen waren Ochsen besonders geeignet, also Tiere, deren tägliche Produktion von Haaren oder sonstigen Körperteilen und Sekreten nicht wesentliche Mengen von Nährstoff in Anspruch nehmen und daher den Bedarf an letzteren zur Erhaltung der normalen Zersetzungsvorgänge im tierischen Stoffwechsel hinreichend scharf erkennen lassen. Zu den in dieser Richtung von Henneberg und Stohmann auf der Versuchsstation Weende ausgeführten Versuchen dienten 4—6 Jahre alte Schnittochsen des mitteldeutschen Höhenschlages aus der Göttinger Gegend, und es wurde hierbei neben der Verdaulichkeit des Futters auch der Eiweißumsatz im Körper der Tiere kontrolliert, während der etwaige Fettumsatz ohne Anwendung des Respirationsapparates nicht genau festgestellt werden konnte.

Man beobachtete, daß die Tiere in ihrem ganzen Aussehen und Verhalten unverändert blieben und auch das Körpergewicht in allen Versuchen längere Zeit hindurch keine irgendwie wesentliche Verminderung erlitt, wenn sie auf 1000 kg Lebendgewicht eine von den folgenden Tagesrationen verzehrten:

1.	3,7 kg	Kleeheu;	13,0 kg	Haferstroh	und	0,6 kg	Rapskuchen.
2.	2,6 „	„ ;	14,2 „	„	„	0,5 „	„
3.	3,8 „	„ ;	13,3 „	Roggenstroh	„	0,6 „	„
4.	25,6 „	Runkeln;	12,6 „	Haferstroh	„	1,0 „	„
5.	19,5 „	Kleeheu.					

Darin sind enthalten an verdaulichen Bestandteilen in Kilogramm

	stickstoffhaltige	stickstofffreie	
	0,41 bis 0,84	7,04 bis 7,77	
Im Mittel	0,57	7,4	Verhältnis= 1 : 13

Außerdem ergab sich, daß bei einer Stalltemperatur von 13,2 bis 16,4° R. eher ein kleiner Fleischansatz als ein Verlust von Körperfleisch stattgefunden, jedenfalls aber das Futter zur Erhaltung der vorhandenen Fleischmasse völlig ausgereicht hatte. Nur in einem der Versuche und zwar gerade bei einem Futter, aus welchem die größte Menge von Nähstoff (0,84 + 7,65 = 8,49 kg) verdaut wurde, zeigte sich ein geringer Fleischverlust. Vermutlich steht dies damit im Zusammenhang, daß bei diesem Versuch die mittlere Stalltemperatur eine beträchtlich niedrigere war (nämlich 8,3° R.), als in den übrigen Versuchen; es mußte dadurch ein vermehrter Respirationsverbrauch bewirkt sein. Zu erwähnen ist noch, daß in den obigen Futterrationen durchschnittlich ungefähr 0,05 kg Phosphorsäure, 0,1 kg Kalk und 0,2 kg Alkalien enthalten waren; diese Mengen von mineralischen Nährstoffen müssen dem Bedarf der volljährigen Ochsen im Beharrungszustande reichlich genügen. Das täglich aufgenommene Wasserquantum betrug auf 1000 kg Lebendgewicht 52 bis 64, im Mittel 55 kg.

Ob in den angedeuteten Versuchen, wie die Fleischmasse, so auch die Fettmasse des Tierkörpers im wesentlichen unverändert blieb, darüber konnte, wie gesagt, kein bestimmter Nachweis geliefert werden; es war dieses nach dem ganzen Aussehen und Verhalten der Tiere nur als wahrscheinlich anzunehmen. Mit Rücksicht jedoch auf die Resultate weiterer, in Weende ausgeführter Versuche, wie auch mit Rücksicht auf den Umstand, daß bei den Versuchen, in welchen durchaus kein Verlust an Körperfleisch stattfand, die Temperatur der Stallluft für die Winterzeit eine ziemlich hohe war (13,2 bis 16,3° R.), und die Tiere ein erheblich höheres Lebendgewicht als 500 kg hatten, erscheint es richtig, daß die direkt gefundenen Mittelzahlen, um dem Nährstoffbedarf volljähriger ruhender Ochsen zu genügen, noch etwas zu erhöhen sein möchten, nämlich für die Eiweißsubstanz auf 0,7 kg und für die stickstofffreien Nährstoffe (verdauliche Kohlen=

hydrate) auf 8,4, zusammen 9,1 kg. Das Nährstoffverhältnis ist dann = 1 : 12 und die Gesamtmenge der organischen Substanz im täglichen Futter kann hierbei pro 1000 kg Lebendgewicht 17,5 kg betragen, durch welche Zahl angedeutet wird, daß man das betreffende Futter am einfachsten und lohnendsten durch Verabreichung von Stroh der Sommerhalmfrüchte als Hauptfutter herstellt, unter Beigabe von etwas Heu oder geringen Mengen eines stickstoffreichen Futtermittels, mit oder ohne Einschluß von Wurzelwerk. Die Menge des verdaulichen Fettes kommt bei dem bloßen Beharrungsfutter der Ochsen nicht sehr in Betracht; in den angegebenen Rationen beträgt dieselbe etwa auf 0,15 bis 0,20 kg

Berechnet man hiernach den Energiewert des Erhaltungsfutters oder wie man nach einem Vorschlage Hennebergs zweckmäßig sagt: der Beharrungsration unter Annahme der S. 52 angegebenen Verbrennungswerte, so beträgt derselbe bei den direkt gefundenen Mittelzahlen von rund 8 kg Nährstoff = 8 . 1000 . 4,1 = 32 800 Calorien, mit Berücksichtigung der vorstehenden Erwägungen 9,1 . 1000 . 4,1 = 37 310 Calorien.

Inzwischen sind in Möckern von G. Kühn Versuche über das Beharrungsfutter der Ochsen mit Hilfe des Respirationsapparates angestellt und später von O. Kellner fortgesetzt worden. Diese Versuche führten zu erheblich niedrigeren Werten. Bei ausschließlicher Ernährung mit Rauhfutter wurde als „unterste Grenze“ der zur Erhaltung der Tiere bei voller Stallruhe erforderlichen Nahrungsmenge auf 1000 kg Lebendgewicht 0,7 kg Rohproteïn und 6,6 kg stickstofffreie Nährstoffe gefunden.

Von Kellner wurden die Verbrennungswärmen des Futters wie der Ausscheidungen bestimmt, hieraus war direkt die Menge chemischer Spannkraft zu berechnen, welche im Körper der Versuchstiere wirklich zur Auslösung kam und den Kraftverbrauch des Lebens deckte.

Von 100 Teilen der Futterenergie wurde

im Kot ausgeschieden	= 42 %
daher verdaut	= 58 %
Im Harn ausgeschieden	= 6 %
Als Methan durch die Lungen . . .	= 7 %
Für das Leben verwertet	= 45 %

Auf 1000 kg Lebendgewicht stellten die letzteren 45 % (also ungerechnet Harn und Methan) die Summe von 23 394 Calorien dar. In späteren Versuchen mit Ochsen, die vorher etwas angemästet worden waren, daher in wesentlich besserem Ernährungszustande zum Versuch gelangten und nicht nur Heu, sondern zum Teil

auch Roggenkleie und Melasseschnitzel erhielten, waren pro 1000 kg als Beharrungsrationen gefunden worden 23 807—25 271—25 860 im Mittel 24 979 Cal.

In runder Summe wäre bei Erhaltungsfutter hiernach pro Kilogramm Lebendgewicht und Stunde 1 Cal. anzunehmen. Es verwertete sich hierbei 1 g verdauter organischer Substanz zu abgerundet 3,5—3,4—3,7 und 3,5 Cal., d. h. soviel Energiemengen wurden wirklich im Organismus frei und gaben nach Kellner den „physiologischen Nutzeffekt“ an.

Da es jedoch stets mißlich bei der Ernährung der Tiere ist, sich an der unteren Grenze des gerade Zulässigen zu bewegen, so glaubt Kellner, daß für die Praxis die Wolffsche Norm für Erhaltungsfutter festgehalten werden kann, besonders nicht weniger verdauliches Eiweiß gegeben werden dürfte.

Entsprechend dem früher Gesagten wäre diese Norm für kleinere Tiere ein wenig zu erhöhen.

Die exakte Feststellung der Beharrungsration bei den Tieren hat einen erheblich höheren Wert, als die Ermittelung der richtigen Fütterung derselben an sich zum Zweck der Lebenserhaltung. Selten liegt in der Praxis das Bedürfnis vor, Beharrungsrationen zu reichen. Der Hauptwert dieser Ermittelungen liegt vielmehr darin, daß sie den Ausgangspunkt für die Bemessung der zweckmäßigen Produktionsfütterung bilden. Erst muß man annähernd wissen, was ein Tier allein zum Leben gebraucht, ehe man zu einer mehr wie empirischen Feststellung des Stoffquantums für irgend eine Produktion schreiten kann.

Früher haben wir schon gesehen, daß rationellerweise Futterzulagen, von sehr mäßiger Ernährung ausgehend, nicht durch Beigabe einer einzigen Nährstoffgruppe bewirkt werden und man bestrebt sein muß, mittlere Nährstoffverhältnisse festzuhalten. Es ist die Aufgabe der Fütterungsnormen diese Zulagen der gewollten Produktion resp. der Leistungsfähigkeit der Tiere anzupassen. Hieraus geht bereits hervor, daß die Normen keine feststehenden Nährstoffrezepte sind, die eine rein mechanische Verwendung verstatteten. Sie können nur Mittelzahlen angeben, von denen im besonderen Fall auf Grund besonderer Erwägungen häufig nicht unwesentliche Abweichungen vorteilhaft sind.

Die Wolleproduktion.

Schon von vornherein ist anzunehmen, daß die Nährstoffmenge im Beharrungsfutter der Schafe eine verhältnismäßig größere sein

muß, als in dem der Ochsen. Zu der möglichst raschen und reichlichen Produktion von Wolle ist jedenfalls eine gewisse Menge von Futtereiweiß erforderlich; das lebhaftere Temperament und die selbst im Stall vermehrte Bewegung dieser Tiere steigert ferner den Bedarf an Respirationsmaterial und letzteres um so mehr, als in Folge des kleineren Körperbaus der Wärmeverlust durch Ausstrahlung mindestens beim geschorenen Tiere ein relativ größerer sein muß (s. S. 46). Es ist unter diesen Umständen sehr bemerkenswert, daß der Futterbedarf der Schafe, gegenüber demjenigen der Ochsen, nicht ein noch größerer ist, als er in Wirklichkeit sich herausstellt. Vermutlich steht dies im Zusammenhang mit dem dicken Wollpelz der Schafe, wodurch die Wärmeausstrahlung von der Oberfläche des Körpers und damit wiederum der Respirationsverbrauch sich vermindert; in der That verlangen z. B. die Ziegen, unter sonst gleichen Verhältnissen und bei demselben Lebendgewicht, ein größeres Futterquantum als die Schafe.

Über das Beharrungsfutter der Schafe sind in Weende von Henneberg Versuche angestellt worden, bei denen man nicht allein die „sensiblen“ Ausscheidungen, sondern auch die Respirationsprodukte genau bestimmte, so daß aus den gesamten Versuchsresultaten die schon früher (S. 22) mitgeteilte vollständige „Stoffwechselgleichung“ zwischen Aufnahme und Ausgabe berechnet werden konnte. Von volljährigen, nämlich $4^1/_2$ Jahre alten Hammeln des grobwolligen Landschafes der Göttinger Gegend (sog. Leine-Schaf), welche pro Kopf mit der Wolle 48 kg wogen, wurden bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte davon auf 1000 kg reines Körpergewicht (exkl. Wolle) täglich fast genau 26 kg (entsprechend 21,4 kg Trockensubstanz) verzehrt und aus diesem Futter 1,32 kg Eiweiß nebst 10,53 kg stickstofffreien Nährstoffen inkl. 0,322 kg Fett, letzteres auf das Stärkemehläquivalent berechnet 11,38 kg resorbiert. Hierbei fand im Körper der Tiere ein kleiner Ansatz statt, nämlich pro Tag von 0,181 kg Eiweiß und 0,299 kg Fett (auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet). Es war also das verzehrte Futter reichlich genügend, um den vorhandenen Ernährungszustand der Tiere zu erhalten, ohne daß es jedoch als eigentliches Mastfutter wirkte. Wenn man den beobachteten Ansatz von der verdauten und resorbierten Nährstoffmenge in entsprechender Weise abzieht (eine Korrektur, die berücksichtigt, daß aus 1 kg z. B. verdauten Eiweißes nie ein ganzes Kilogramm Körpereiweiß entstehen kann, würde in diesem Fall das Resultat der Rechnung nicht erheblich ändern), so ergiebt sich als annähernder Nährstoffverbrauch im Beharrungszustand der Tiere:

pro Tag und Stück 52,5 g Eiweiß und 489 g auf Stärkemehl reduzierte stickstofffreie Nährstoffe; oder

pro Tag und 1000 kg reines Körpergewicht 1,14 kg Eiweiß und 10,63 kg auf Stärkemehl reduzierte stickstofffreie Nährstoffe.

Das Nährstoffverhältnis ist alsdann = 1 : 9,3 und die Gesamtmenge der Nährstoffe 11,8 kg. Hiermit stimmen auch die Resultate von anderen in Weende mit Tieren derselben Rasse ausgeführten Versuche überein, indem jedesmal im Mittel von 5 Einzelversuchen pro Tag und 1000 kg Körpergewicht sich ergab:

	Nährstoffmenge	Verhältnis	Eiweißansatz
a)	1,04 Nh. + 9,49 Nfr. = 10,53 kg	1 : 9,1	— 0,042 kg
b)	1,56 „ + 9,54 „ = 11,10 „	1 : 6,1	— 0,006 „
c)	1,11 „ + 11,70 „ = 12,81 „	1 : 10,5	+ 0,124 „
Mittel	1,24 Nh. + 10,24 Nfr. = 11,48 kg	1 : 8,5	+ 0,025 kg

Im Mittel von allen 15 Versuchen wurde also ein ganz unbedeutender Eiweißansatz = 0,025 kg beobachtet. Ebenso fand man, wie schon bezüglich der Ochsen erwähnt wurde, auch für die Schafe bestätigt, daß zu enge Nährstoffverhältnisse zu vermeiden sind, solange die Gesamtmenge der Nährstoffe keine sehr hohe ist, also kein eigentliches Mastfutter verabreicht wird.

Auch in Hohenheim sind über das Erhaltungsfutter der Schafe von drei verschiedenen Rassen Versuche angestellt worden und stimmen die Resultate mit den in Weende gefundenen nahe überein; nur die Menge der Kohlehydrate und somit die Gesamtmenge der Nährstoffe ist in den Hohenheimer Versuchen eine etwas geringere, und hierdurch erklärt sich auch die kleine Gewichtsabnahme, welche die Tiere durchschnittlich erlitten, namentlich wenn man zugleich den täglichen Zuwachs an Wolle berücksichtigt. Der Gewichtsverlust war verhältnismäßig etwas größer bei den Hammeln der Elektoralrasse, als bei denen der Southdowns und der sog. württembergischen Bastardrasse; die Tiere der feinwolligen Rassen sind meistens kleiner, von feinerem Körperbau, produzieren mehr Fett in der Wolle, als die Tiere der mehr grobwolligen Rassen, die ersteren bedürfen daher, auf gleiches Körpergewicht berechnet, eine entsprechend größere Nährstoffmenge, als die letzteren.

Wenn man die Resultate der bisher mit aller Sorgfalt ausgeführten Versuche übersieht, so erkennt man, daß ziemlich volljährige Schafe, welche zunächst ausschließlich dem Zweck der Wolleproduktion dienen, in einem guten mittleren Ernährungszustand fortwährend erhalten werden können, wenn ihnen auf 1000 kg Lebendgewicht im täglichen Futter dargeboten werden:

Stärkere Rassen: 1,2 kg Eiweiß und 11,0 kg stickstofffreie Nährstoffe, zusammen 12,2 kg; Nährstoffverhältnis = 1 : 9.

Kleinere Rassen: 1,5 kg Eiweiß und 12,8 kg stickstofffreie Nährstoffe, zusammen 14,2 kg; Nährstoffverhältnis = 1 : 8.

An verdaulichem Fett enthält das Futter im ersten Fall etwa 0,20, im zweiten 0,30 kg, und die Gesamtmenge der Futtertrockensubstanz, welche übrigens ohne Nachteil ziemlich beträchtlichen Schwankungen unterliegen kann, beträgt beziehungsweise ungefähr 20 und 23 kg. Hierbei ist der tägliche Zuwachs an „flußgewaschener" Wolle, je nach Rasse und sonstigen Eigenschaften der Tiere, 0,12 bis 0,20 kg. Alle diese Zahlen sind zunächst für 1000 kg des nackten Körpergewichts berechnet worden; jedoch glaube ich, daß dieselben ohne Reduktion auch für die mit der Wolle bedeckten Schafe gelten können, man hat dann wenigstens die Beruhigung, daß die berechneten Nährstoffmengen jedenfalls dem Minimum des Bedarfes der Tiere genügen werden, was überhaupt bei der Anwendung der Fütterungsnormen in der Praxis von Wert ist.

Auf die Wolleproduktion hat die Art der Fütterung einen entschiedenen Einfluß, jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen. Durch Mastfutter namentlich wird bei ausgewachsenen Tieren nicht nennenswert mehr Wolle produziert, als durch ein Futter, welches sie in einem guten Ernährungszustand erhält, ohne daß dabei das eigentliche Körpergewicht eine wesentliche Zunahme erleidet. Dies zeigte sich bei Versuchen von Henneberg in Weende, wo auf 1000 kg Körpergewicht der Negretti-Hammel im Durchschnitt von sieben Versuchen mit Beharrungsfutter täglich 0,141 kg = 0,273 % des am Schluß der Versuche festgestellten Schurgewichtes, und ferner im Durchschnitt von 14 Versuchen mit Mastfutter ebenfalls 0,141 kg oder 0,286 % des Schurgewichtes produziert wurden. Ein gleich bestimmtes Resultat lieferten Versuche, welche in Hohenheim mit Lämmern der württembergischen Bastardrasse ausgeführt wurden; bei sehr intensiver Fütterung mit Wiesenheu und reichlichen Mengen von Hafer stieg im Verlauf von 9 Monaten (vom 5. bis zum 14. Lebensmonat der Tiere) das Lebendgewicht pro Kopf von 25,4 bis auf 46,25 kg, dagegen bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu, welches anfangs von vorzüglicher, später von mittlerer Güte war, von 25,0 nur bis auf 36,15 kg. Die intensiv gefütterten Tiere zeigten sich am Schluß des Versuches als völlig gemästet, die nur mit Heu gefütterten befanden sich in einem mäßigen Ernährungszustand, und gleichwohl war in beiden Fällen die Menge der produzierten reinen Wolle eine fast absolut gleiche. Hierbei war es auffallend, daß die Wolle der reichlich mit Körnern ernährten Lämmer fortwährend sehr rein und weiß erschien, während die

Wolle der Heu-Schafe die gewöhnliche schmutzige Beschaffenheit hatte und selbst im gewaschenen Zustand gegenüber der anderen Wolle etwas graufarbig war. An ungewaschener Wolle erhielt man von den intensiv gefütterten Tieren übereinstimmend pro Kopf 2,18 kg, bei ausschließlicher Heufütterung dagegen 2,69 kg, an flußgewaschener Wolle beziehungsweise 1,48 und 1,61 kg, an reiner, mit Schwefelkohlenstoff entfetteter Wollfaser 1,09 und 1,12 kg, an letzterer also fast ganz gleiche Mengen. Dagegen fanden Weiske und Dehmel in Proskau bei Rambouillet-Hammeln allerdings nach Mastfütterung eine um durchschnittlich 12,5 % reichlichere Wollproduktion als nach Beharrungsfutter. Auch ergab sich in diesen Versuchen, im Widerspruch mit der bisherigen Meinung, wonach der Hauptzuwachs der Wolle in die kalte Jahreszeit fällt, daß gerade im Winter der Zuwachs am langsamsten, im Frühjahr und Sommer am rascheſten war; von der gesamten Wolleproduktion kommen, für gleiche Perioden von je 4 Monaten berechnet, auf den Winter nur 26,1 %, auf das Frühjahr dagegen 37,9 % und auf den Sommer oder Herbst 36,0 %. Weitere Versuche mit denselben Tieren bestätigten die Thatsache eines rascheren Wachstums der Wolle bei häufigem Abscheren derselben. Wenn die Hammel sechsmal im Jahr geschoren wurden, war die Wolleproduktion um etwa 20 % reichlicher als nach einmaligem Scheren, aber die Tiere hatten im ersteren Falle bei gleichem Futter am Schluß des Jahres weniger an Lebendgewicht zugenommen, was durch die vermehrte Wärmeabgabe nach dem häufigen Scheren zu erklären ist. Zugleich konnte man beobachten, daß das Wollewachstum am schwächsten im November und Dezember, am stärksten dagegen im März und April war und anscheinend mehr von der Jahreszeit, als von der Lufttemperatur abhängt.

Entschieden nachteilig für die Wolleproduktion wirkt es meistens, wenn das verabreichte Futter zur Erhaltung eines mittleren Ernährungszustandes der ziemlich ausgewachsenen Schafe nicht genügt. Aus zahlreichen in Weende angestellten Fütterungsversuchen konnte gefolgert werden, daß zwar der Wollwuchs nicht immer Schaden leidet, wenn das Körpergewicht der Tiere etwas zurückgeht, daß jedoch eine Schädigung desselben unausbleiblich eintritt, sobald die Abmagerung eine gewisse Grenze überschreitet. Ferner zeigte es sich, daß Futterrationen, welche zur Herstellung des normalen Beharrungszustandes nicht völlig ausreichen, die Wolleerzeugung in dem Fall weniger beeinträchtigen, wenn sie durch verhältnismäßigen Reichtum an stickstoffhaltigen Nährstoffen sich auszeichnen und daß unter übrigens gleichen Umständen die stickstoffreichen Rationen für die Wolleproduktion stets den Vorzug verdienen.

Dies wird abermals durch Hohenheimer Beobachtungen bestätigt. Zwei Abteilungen von je 6 Stück Hammeln, welche stickstoffreich mit Wiesenheu und Bohnenschrot, jedoch so gefüttert wurden, daß das Körpergewicht der Tiere völlig unverändert blieb (zu Anfang des Versuches pro Kopf 46,50 und am Ende 46,55 kg) produzierten in 121 Tagen pro Abteilung 4,56 kg an gewaschener Wolle oder 31,9 % des Schurgewichtes. In zwei anderen Abteilungen dagegen wurden die Tiere fast ausschließlich mit Stroh und Runkelrüben gefüttert, wobei sie pro Kopf allmählich von 46,1 bis auf 44,1 kg an Gewicht abnahmen, also ein nicht genügendes Beharrungsfutter erhielten; die Wolleproduktion war pro Abteilung nur 3,51 kg oder 26,5 % des schließlichen Schurgewichtes. Eine 5. Abteilung, ebenfalls von 6 Hammeln, erhielt ein noch ärmlicheres Futter, zu $^2/_3$ aus Wiesenheu und $^1/_3$ aus Haferstroh bestehend, und das Lebendgewicht der Tiere sank bedeutend, pro Kopf von 46,0 bis auf 40,6 kg. Trotz der Abmagerung produzierten die 6 Tiere dieser Abteilung ebenso viel Wolle, wie diejenigen, welche ein etwas besseres Beharrungsfutter in der Form von Stroh und Runkelrüben verzehrt hatten, nämlich zusammen 3,61 kg oder 27,3 % des Schurgewichtes. Dies beweist, daß zwar auch bei sehr spärlichem Futter, wenn dasselbe zum größeren Teile aus Wiesenheu besteht, immer noch ziemlich viel Wolle produziert wird; die Menge der letzteren steigert sich aber auf das Maximum bei ausschließlicher Heufütterung, insbesondere unter Mitwirkung von etwas konzentriertem stickstoffreichem Beifutter, wodurch ein guter Ernährungszustand, aber noch keineswegs ein gemästeter Zustand der Tiere herbeigeführt wird, während eine Fütterung mit Stroh und Runkelrüben, also ein stickstoffarmes und zugleich ziemlich wässeriges Futter der Maximalproduktion von Wolle nicht günstig zu sein scheint, auch wenn das Lebendgewicht der Tiere dabei nicht wesentlich zurückgeht und anscheinend der ganze Ernährungszustand immer noch ein mittlerer ist.

Die Fütterung der Arbeitstiere.

Wir wissen, daß der Tierkörper zu einer reichlichen und andauernden Kraftproduktion oder Arbeitsleistung vor allen Dingen ein gut ausgebildetes und in der Arbeit geübtes Muskelsystem gebraucht, und daß zugleich eine gewisse Energie des Stoffwechsels vorhanden, der Körper also verhältnismäßig reich sein muß an Organ- und an Zirkulationseiweiß. Um aber diesen kräftigen Ernährungszustand heranzubilden und unverändert zu erhalten, ist mehr Nährstoff und ein engeres Nährstoffverhältnis erforderlich, als demjenigen Be-

harrungszustand entspricht, welchen man bei ruhenden Tieren als einen mittleren zu bezeichnen pflegt. Durch die Arbeit selbst wird, wie wir gesehen haben (S. 59 ff.), innerhalb gewisser Grenzen nicht mehr Eiweiß zerstört, als unter sonst gleichen Umständen auch bei völliger Ruhe im Stall zum Umsatz gelangt; aber gleichwohl ist nur dann eine andauernd hohe Arbeitsleistung möglich, wenn durch eine entsprechend große Zufuhr von Nahrungseiweiß die ganze Energie des Stoffwechsels gesteigert ist.

Auf alle Fälle ist aber nötig, zur Deckung des erhöhten Kohlenstoffumsatzes mehr Nährstoffe zu geben und vorteilhaft muß es sein, dies, soweit angängig in Form der billigen Kohlehydrate zu thun. Die Fettstoffe des Futters haben insofern einen besonderen Wert, als sie in der Gewichtseinheit die größte Energiemenge besitzen, den Körper also weniger belasten und überdem nur sehr wenig Verdauungsarbeit kosten. Natürlich müssen die Zulagen entsprechend der zu leistenden Arbeit gegeben werden.

Die Arbeitsochsen bedürfen bei sehr mäßiger Arbeit nur wenig mehr an Nährstoff, als zu ihrer normalen Erhaltung bei völliger Ruhe im Stalle nötig ist (s. S. 159). Dagegen muß man die Nährstoffmenge schon beträchtlich steigern, wenn die Tiere die gewöhnliche mittlere Arbeit verrichten sollen, das Eiweiß pro 1000 kg Lebendgewicht von 0,7 bis auf etwa 2,0 kg, die stickstofffreien Nährstoffe von 8,3 auf etwa 12,5 kg. Das Nährstoffverhältnis ist dann wie 1 : 6,5, und es würde ein derartiges Futter einer fast ausschließlichen Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte unter Zusatz kleiner Quantitäten von konzentriertem Futter entsprechen oder auch durch ein Gemenge von Kleeheu und Futterstroh, sowie von vorherrschend Stroh mit Wurzeln und einem geeigneten stickstoffreichen Futtermittel herzustellen sein. Die Gesamtmenge der Trockensubstanz in der Tagesration kann hierbei etwa 25 kg betragen. Der Gehalt des Futters an verdaulichem Fett kommt bei mittelschwer arbeitenden Ochsen nicht sehr in Betracht, da man es mit Tieren zu thun hat, welche, wenn sie auch starke Lasten ziehen müssen, doch ihre Arbeit in einem sehr ruhigen Tempo verrichten, außerdem einen geräumigen Magen besitzen, welcher ein großes Volumen und Gewicht von an Kohlehydraten reichem Futter aufzunehmen und, bei dem langsameren Verlauf des ganzen Verdauungsprozesses, auch relativ vollständig auszunutzen vermag. In der gewöhnlichen Futterration von Arbeitsochsen ist auf 1000 kg Lebendgewicht kaum mehr als 0,50 kg an verdaulichem Fett enthalten. Höchstens kann es bei sehr angestrengter Arbeit der Ochsen sich darum handeln, besonders darauf zu sehen, daß sie etwas mehr Fett erhalten; man muß dann

überhaupt die Nährstoffmengen noch weiter steigern, das Eiweiß schließlich bis auf 2,8 kg, die stickstofffreien Nährstoffe auf etwa 15,0 kg, (Nährstoffverhältnis = 1 : 5,5), und es wird in einem solchen Fall oft rätlich sein, ein konzentriertes Beifutter zu verabreichen, welches zugleich stickstoffreich und fettreich ist (Ölkuchen), so daß der Gesamtgehalt des Futters an verdaulichem Fett vielleicht 0,5 bis 0,8 kg beträgt.

Bekanntlich ist das Futter der Pferde gewöhnlich seiner Beschaffenheit nach ein sehr konstantes, es besteht vorherrschend aus Hafer und Heu, nebst einer größeren und geringeren Beigabe von Strohhäcksel; aber das Verhältnis, in welchem diese Futtermittel verabreicht werden, und die Gesamtmenge des Futters wechselt bei dem Pferd fast noch mehr, als bei irgend einem anderen landwirtschaftlichen Nutztier, und ist durchaus bedingt durch die jedesmalige Arbeitsleistung. Das Temperament des Pferdes und dessen ganzer Körperbau verträgt keine üppige Ernährung bei völliger Ruhe im Stall, während andererseits die Intensität des Futters bis zu einer fast ausschließlichen Verabreichung von Hafer gesteigert werden muß, sobald man außergewöhnliche Anstrengungen vom Pferde verlangt. Bei gewöhnlichen und namentlich im landwirtschaftlichen Betriebe meist vorkommenden Arbeiten genügt es, wenn man auf 1000 kg Lebendgewicht als tägliches Futter etwa 2,0 kg Eiweiß und 12,5 kg stickstofffreie Nährstoffe (Nährstoffverhältnis = 1 : 6—6,5) in einem Gesamtquantum Trockensubstanz von ungefähr 24 kg verabreicht. Hierbei ist die Menge des im Futter enthaltenen leicht verdaulichen Fettes (0,5—0,6 kg) gewiß nicht gleichgiltig und jedenfalls bemerkenswert, daß der Hafer, welcher gleichsam als das Normalfutter der Pferde betrachtet wird, vor anderen Cerealien durch seinen verhältnismäßigen Reichtum an Fett sich auszeichnet. Dies hat man auch wohl zu beachten, wenn der Hafer durch allerlei andere Futtermittel ganz oder teilweise ersetzt werden soll. Daß bei starken Arbeitsleistungen die Gesamtmenge der Nährstoffe noch weiter erhöht und für Eiweiß und stickstofffreie Nährstoffe vielleicht 2,5 + 15,3 = 17,7 kg (Nährstoffverhältnis = 1 : 5,5—6,0) oder noch mehr betragen muß, ist nach den obigen Erörterungen leicht verständlich und auch in der Praxis bekannt, indem man an schwere Fracht- und Karrenpferde nicht selten neben reichlichen Mengen von Hafer stickstoffreiches Bohnenschrot füttert. Für lebhafte und rasche Pferde jedoch, namentlich für Reit- und Luxuspferde scheint, um andauernd hohe Leistungen zu ermöglichen, als konzentriertes Futtermittel ganz vorherrschend Hafer und somit ein Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter von 1 : 6—7 am meisten sich zu empfehlen.

Ausschließliche Fütterung mit Wiesenheu mittlerer Güte vermag die Pferde noch weniger in einem kräftigen und produktionsfähigen Zustand zu erhalten als wiederkäuende Tiere, da die ersteren überhaupt für Rauhfutter eine wesentlich geringere Konsumtionsfähigkeit besitzen, von gewöhnlichem Wiesenheu auf 1000 kg Lebendgewicht kaum mehr als 25 kg pro Tag aufzunehmen vermögen und von manchen Bestandteilen desselben auch weniger verdauen (vergl. S. 94).

Die vorstehend für Arbeitspferde angegebenen Mengen und Verhältnisse der Nährstoffe im täglichen Futter sind denen für Zugochsen ziemlich gleich (s. o.); es ist aber wohl zu beachten, daß in dem Futter der letzteren Tiere die Rauhfutterarten (Stroh und Heu) gegenüber dem Kraftfutter gewöhnlich weit mehr vertreten sind, als in dem der ersteren, was namentlich mit Bezug auf die größere oder geringere Arbeitsleistung einen wesentlichen Unterschied bedingt, wie aus folgendem sich ergeben wird. Um nämlich den Nährstoffbedarf des Pferdes genau zu ermitteln, sind seit einer Reihe von Jahren auf der Versuchsstation Hohenheim und in neuerer Zeit auch in Paris, sowie auf der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin, zahlreiche Versuche ausgeführt worden. Es hat sich hierbei ergeben, daß der Nährstoffbedarf oder die erforderliche Gesamtmenge der aus dem Futter verdauten organischen Substanz bei einer bestimmten Arbeitsleistung oder auch im reinen Erhaltungsfutter des Pferdes sehr verschieden ausfällt, je nachdem in der Tagesration das Rauhfutter gegenüber dem Kraftfutter mehr oder weniger vorherrscht und daß man aber in den betreffenden Versuchen dann zu übereinstimmenden Resultaten gelangt, wenn man von der im ganzen verdauten Substanz die Rohfaser in Abzug bringt und allein den Rest als wirksam für die Ernährung des Pferdes betrachtet (vergl. S. 81). So fand man z. B. in Hohenheim, daß ohne alle Arbeitsleistung, auf 500 kg Lebendgewicht berechnet, an Gesamtmenge der verdauten Futtersubstanz, resp. an Nährstoff pro Tag erforderlich war, um das Tier in einem mittleren Ernährungszustande unverändert zu erhalten:

	Verdaute Substanz im ganzen		Rohfaser		ohne Rohfaser
1.	4202 g	—	817 g	=	3385 g
2.	3738 g	—	355 g	=	3383 g

In 38 weiteren Versuchen mit drei verschiedenen Pferden war die Menge der durchschnittlich verdauten Substanz im Erhaltungsfutter 4190 und nach Abzug der darin vorhandenen Rohfaser (869 g) 3321 g; ebenso bei zwei Pferden im Mittel von sechs in ihren Resultaten nahe übereinstimmenden Versuchen, welche in Paris unter

Anwendung eines sehr intensiven und leichtverdaulichen Futters ($^1/_4$ Rauhfutter und $^3/_4$ Kraftfutter, letzteres bestehend aus Hafer, Mais und Bohnen, nebst etwas Ölkuchen) von Grandeau und Leclerc ausgeführt wurden, 3626—238 = 3388 g.

Aus den in Berlin ausgeführten Versuchen wurden im Futter bei völliger Ruhe des Pferdes pro 500 kg Lebendgewicht 3480 g verdaulicher Substanz, an Stärkewert von C. Lehmann etwa 3900 g Nährstoffe als nötig berechnet, was nach Abzug der verdauten Rohfaser annähernd die Zahl 3300 ergiebt.

Nach dem früher über die Bedeutung der Rohfaser als Nährstoff Gesagten, ferner nach dem Nachweis, den Zuntz und seine Mitarbeiter erbracht haben, daß beim Pferde durch Kauen, Einspeicheln überhaupt Verarbeiten von Futterstoffen mit relativ fester Rohfaser vom Tiere ein erheblicher Kraftaufward geleistet werden muß, der natürlich dem Körper-Nährmaterial entzieht, ergiebt sich die zwanglose Erklärung des minderen Nährwertes der rohfaserreichen Materialien. Die Veranschlagung dieser Verdauungsarbeit hat ihre Schwierigkeiten, so daß für die Praxis und die angenäherte Bestimmung des Ernährungsbedürfnisses der Pferde der Wolf'sche Vorschlag, die Rohfaser ganz außer Betracht zu lassen, dafür aber auch keine Abzüge für die Kauarbeit ꝛc. zu machen, entschiedene Vorzüge besitzt.

Man kann daher aus den vorliegenden Versuchen folgendes bezüglich einer rationellen Fütterung der Pferde entnehmen.

1. Die Verarbeitung der Rohfaser in den Futterrationen der Pferde entspricht in ihrem Kraftverbrauch anscheinend dem Nährwert ihres verdauten Anteils.

2. Wenn man die verdaute Rohfaser von der Gesamtmenge der verdauten organischen Substanz abzieht, dann kann man den Rest für Rauhfutter und Kraftfutter als gleichwertig in Rechnung bringen.

3. Für die ausschließliche Erhaltung des Pferdes in einem mittleren Ernährungszustande, ohne alle Arbeitsleistung, sind auf 500 kg Lebendgewicht etwa 3300 g an rohfaserfreiem Nährstoff erforderlich, wobei Eiweiß und Kohlehydrate (verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe) als „dynamisch" gleichwertig angenommen sind (s. S. 52) und das verdaute Rohfett mit dem Faktor 2,4 multipliziert den Kohlehydraten zugerechnet wird.

4. Über die 3300 g Nährstoff im Erhaltungsfutter hinaus erhöhen weitere je 100 g von rohfaserfreiem Nährstoff die Leistungsfähigkeit des Pferdes für mechanische Muskelarbeit um annähernd 55000 kgm (vgl. S. 64).

In direkten Ausnutzungsversuchen mit dem Pferd wurden in Hohenheim pro Kilo des lufttrockenen Futtermittels durchschnittlich folgende Mengen an verdaulicher Substanz ermittelt, woraus nach Abzug der Rohfaser das angegebene Äquivalent an Arbeit mit dem Faktor 55 000 sich berechnet:

	Organische Substanz verdaut im ganzen g		Roh-faser g		ohne Roh-faser g	Äquivalent an Arbeit ohne Rohfaser
Wiesenheu	406	—	114	=	292	160 600
Kleeheu	411	—	120	=	291	160 050
Luzerneheu	462	—	110	=	352	193 600
Hafer	602	—	20	=	582	320 100
Gerste	707	—	41	=	666	366 300
Mais	800	—	15	=	785	431 750
Ackerbohnen	724	—	45	=	679	373 450
Erbsen	667	—	5	=	662	364 100
Lupinen	634	—	87	=	547	300 850
Leinkuchen	634	—	—	=	634	407 000

Bezüglich der Hülsenfrüchte, besonders der Bohnen und Lupinen, ist zu erwähnen, daß darin die Cellulose in einer leichter verdaulichen Modifikation vorkommt, welche diesen Stoff mehr dem Stärkemehl vergleichbar macht und damit also den Nährwert des betreffenden Futtermittels etwas erhöhen würde.

Fettreiche Futtermittel sind als besonders nährkräftig bei erhöhter und angestrengter Tagesarbeit anzusehen. Stickstoffreiche Futterarten, wie Ackerbohnen und Lupinen, ermöglichen bei gleicher Menge der verdaulichen Substanz im allgemeinen nicht mehr Arbeit, als Kraftfutterarten von mittlerem Stickstoffgehalt, als namentlich der Hafer, wobei jedoch immer als selbstverständlich vorausgesetzt wird, daß wenigstens das nötige Minimum von verdaulichem Eiweiß im täglichen Futter vorhanden ist. Dieses Minimum entspricht, auf 500 kg Lebendgewicht im Erhaltungsfutter und selbst bei mittlerer Arbeitsleistung 80 bis 100 g Stickstoff; es muß jedoch mehr oder weniger erhöht werden, wenn es sich um die Ernährung besonders kräftiger und muskulöser Pferde oder um eine angestrengte Tagesarbeit, sowie um lebhafte und rasche Bewegungen bei der letzteren handelt, wenn also überhaupt eine Beschleunigung des Stoffwechsels in allen Organen des Tierkörpers beabsichtigt wird und erzielt werden soll.

In neuerer Zeit wird an Pferde vielfach auch Mais gefüttert, namentlich wenn es sich darum handelt, an Hafer zu sparen, wobei

man z. B. 5 kg Hafer durch 4 kg Mais ersetzt. Mais hat infolge des großen Gehalts an leichtverdaulichen Kohlehydraten die Eigenschaft, auf Fettbildung zu wirken, die Tiere leicht zum Schwitzen zu bringen, sie wohlbeleibt zu machen, ihnen ein schönes Aussehen zu geben, aber die Leistungsenergie etwas herabzustimmen; durch Gewöhnung können die Nachteile der Maisfütterung in hohem Grade abgeschwächt werden. In Berlin werden an die Tiere der Pferdebahn bedeutende Mengen von Mais verfüttert, wobei die Einspänner täglich 24, die Zweispänner 26 km Weges zurücklegen. Wenn man Tag für Tag die gleiche Leistung von dem Tier verlangt, dann kann man auch ein Futtermittel, welches sonst auf Fettanhäufung wirkt, ohne Schaden verwenden, denn es wird dann eben kein Fett abgelagert. Wenn aber das Tier einmal einige Tage schwach angespannt wird und nachher wieder große Energie aufwenden soll, dann wird es durch das angesammelte Fett leicht müde; ein solches Pferd muß proteïnreich gefüttert werden. Für die Praxis wird empfohlen: 5 kg Hafer + 3 kg Mais und, um den Proteïngehalt etwas zu erhöhen, sowie als Korrigens für leichte Verdauung, 1 kg Erdnußkuchen (oder $1^1/_2$ kg Ackerbohnen), — das ganze als Ersatz für 11 kg Hafer.

Außer dem Mais kommen ferner die getrockneten **Biertreber** und getrocknete Schlempe für die Pferdefütterung in Betracht; man empfiehlt bei recht schwerer Arbeit pro Tag: $3^1/_2$ kg Hafer, 4 kg Treber und $7^1/_2$ kg Heu, — bei leichterer Arbeit $2^1/_2$ kg Hafer, 3 kg Treber und $7^1/_2$ kg Heu (Treber als Ersatz für ein gleiches Gewicht Hafer), wobei auch eine Beigabe von Salz (15—20 g) nicht zu vergessen ist. Die Wirkung der Treber ist nach den Erfahrungen der Praxis bald günstig, bald ungünstig und in letzterem Falle die betreffende Fütterung manchmal, namentlich beim Militär, wieder aufgegeben worden. Die schlechten Erfahrungen mit den Biertrebern scheinen zum Teil dadurch begründet zu sein, daß schon vor dem Trocknen zuweilen eine teilweise Zersetzung, eine angehende Fäulnis stattgefunden hat.

Die Schmackhaftigkeit des Futters ist bei dem Pferd besonders wichtig, weil dieses Tier durch äußere Eindrücke, durch alles Befremdende, ihm Ungewohnte, Unangenehme in seinem, zur gedeihlichen Ernährung notwendigen Behagen leicht gestört wird.

Die Milchproduktion.

Um den Einfluß der jedesmaligen Fütterung auf die Menge und Beschaffenheit der Milch zu verstehen, ist es wichtig, daß man von der ganzen Entstehungsweise der letzteren eine klare Anschauung hat.

Die Milch bildet sich nicht etwa durch einfache Abscheidung aus dem Blut, ähnlich wie in den Nieren der Harn daraus gleichsam abfiltriert, sondern sie wird erst in der Milchdrüse bereitet, sie entsteht großenteils durch Zerfall der Drüsenzellen. Dies erkennt man schon aus der Zusammensetzung der Milchasche, welche ebenso wie alle Gewebe des Tierkörpers viel Kali und phosphorsauren Kalk enthält, nicht aber wie der Plasmastrom und alle aus dem Blut direkt sich abscheidenden Flüssigkeiten reich ist an Chlornatrium; die Milchasche enthält 3 bis 5 mal mehr Kali als Natron; während die Blutasche umgekehrt 3 bis 5 mal reicher an Natron ist als an Kali.

Die Entstehungsweise der Milch giebt sich ferner zu erkennen, aus der Beschaffenheit des sog. Kolostrums, als derjenigen Milch, welche in der ersten Zeit, nachdem die Geburt des Kalbes stattgefunden hat, sich absondert; es sind darin noch zahlreiche körnige Drüsenzellen vorhanden, welche im Verlauf von wenigen Tagen bei der alsdann rascher eintretenden Umwandlung und Auflösung der Zelle immer mehr mit Fett sich anfüllen und in die bekannten Milchkügelchen übergehen. Auch der Käsestoff ist nicht im Blut fertig gebildet vorhanden, sondern entsteht erst bei dem Zerfall der Zelle, und es erklärt sich dadurch, daß das Kolostrum vor der Geburt oder unmittelbar nach derselben viel Albumin enthält, weil die Umwandlungen anfangs noch langsamer vor sich gehen, als später wenn die Milchdrüse ihre volle Thätigkeit entwickelt. Auch der Milchzucker wird nicht als solcher der Drüse zugeführt.

Hiernach führt die Milchdrüse gleichsam für sich ein sehr selbstständiges Dasein, indem sie nach in ihr selbst vorhandenen Lebensgesetzen aus den die einzelnen Bläschen umspinnenden Blutcapillaren und Lymphgefäßen Stoffe aufnimmt, um sie bei dem Zerfall der die Drüsenhöhlen auskleidenden Epithelzellen in Milch zu verwandeln. Diese Selbständigkeit der Funktionen findet ihre Bestätigung durch die Forschungen über die zum Euter gehenden Nerven, unter welchen solche, die vom Zentralnervensystem aus die Sekretion beeinflussen könnten, nicht vorhanden sind. Aus dem Umstande, daß der Inhalt der Hohlräume des Euters manchmal zu klein, die Trockensubstanz der ganzen Drüse zu gering erscheint gegenüber der großen Menge der produzierten Milch, hat man auf einen durch den Reiz des Melkens erst hervorgerufenen Sekretionsstrom geschlossen. Es ist jedoch hierbei auf die konstante Zusammensetzung der Milch, sowie auf die große Dehnbarkeit und Elastizität des Organs hinzuweisen, und wenn überhaupt ein derartiger, während der Melkzeit verstärkter Strom existiert, so kann derselbe doch nach den Versuchen von C. Lehmann in Berlin kaum erheblicher sein; es wurde näm-

lich einer Ziege vor dem Melken ein leicht diffusibler, blauer Farbstoff in die Blutbahn injiziert und es zeigte sich der Einfluß des Farbstoffes auf die Milch noch nicht während des Melkens, sondern erst im Verlauf von 1—2 Stunden, obgleich der Harn und die Haut des Tieres schon weit früher tiefblau gefärbt war.

Es ist also klar, daß die Quantität und Qualität der Milch in erster Linie durch die jedesmalige Größe und Beschaffenheit, durch die ganze Entwickelung der Milchdrüse bedingt sein muß. In der That ist auch allgemein bekannt, daß bei völlig gleicher Fütterungsweise die eine Kuh wenig, die andere viel Milch liefert, daß die Milch der Höhenrassen meist prozentig mehr Butter enthält, als die der Niederungsrassen, daß die noch junge Kuh weniger Milch produziert, als nach wiederholtem Kalben, daß die Zeit nach der Geburt, die Laktationsdauer oft einen größeren Einfluß auf die Menge der Milch ausübt, als die Art der Fütternng, weil die Entwickelung der Milchdrüse bald nach der Geburt des Kalbes ihren Höhepunkt erreicht und dann allmählich wieder zurückgeht. Eine schlecht entwickelte Milchdrüse kann man selbst durch die reichlichste Ernährung nicht zu einer hohen Produktion bestimmen; es kommt daher für die Milchproduktion alles darauf an, hierzu geeignete Tiere nach Rasse und Individualität sorgfältig auszuwählen. Dabei ist nicht immer die Größe, der äußere Umfang der Milchdrüse allein maßgebend, sondern auch die innere Beschaffenheit, die Fähigkeit derselben, bei raschem Zerfall rasch wiederum sich aufzubauen und zugleich die gewünschte Qualität der Milch zu liefern.

Nach den vorstehenden Erörterungen begreift man, daß die Nahrungszufuhr für die Milchproduktion nicht in erster Linie, sondern erst in zweiter Linie in Betracht kommt, daß sie aber gleichwohl auch von großer Bedeutung sein muß, und zwar zunächst für die Menge der produzierten Milch. Vor allen Dingen wirkt eine reichliche Zufuhr von Eiweiß günstig für Milchproduktion; dadurch wird eine fortwährend rasche Neubildung der Drüsenzellen ermöglicht, da diese aus Eiweißsubstanz bestehen und großenteils damit angefüllt sind; zugleich scheinen die bei der Eiweißverdauung sich bildenden Zersetzungsprodukte einen günstigen Reiz auf die Thätigkeit der Drüse auszuüben. Es muß aber das Nahrungseiweiß möglichst vollständig dem Plasmastrom als „Zirkulationseiweiß" (s. S. 24) sich beimischen, um rasch der Milchdrüse zuzuströmen, und es darf daher das Nährstoffverhältnis im Futter kein zu weites sein, weil sonst ein Ansatz von Eiweiß und Fett im übrigen Körper stattfinden und auf solche Weise die reichliche Milchsekretion gehemmt sein würde. Aber auch zu enge Nährstoffverhältnisse sind zu vermeiden,

da alsdann die Gefahr vorhanden wäre, daß ein vielleicht beträchtlicher Teil des zugeführten Eiweißes in seinen Zerfallprodukten der Oxydation im Körper unterläge und also für die Milchbildung verloren ginge, überdem Störungen des Befindens der Kühe eintreten können, die nicht ohne schädliche Rückwirkung auf die Milchdrüse bleiben würden. Jedoch kann bei Milchkühen das Nährstoffverhältnis im allgemeinen ein engeres sein, als bei Masttieren, weil bei ersteren das Eiweiß alsbald in der Milch nach außen geführt wird und nicht dazu dient, den Eiweißbestand des Körpers und damit die Neigung zur Zersetzung dauernd zu erhöhen. Eine genügende Menge von Zirkulationseiweiß ist vorzugsweise wichtig für die Herstellung und Erhaltung einer hohen Milchproduktion, und es muß daher alles, was den Eiweißstrom im Körper vermehrt (vergl. S. 27 ff.), innerhalb gewisser Grenzen auch günstig auf die Menge der Milch einwirken, z. B. eine verstärkte Wasseraufnahme, welche oftmals die Menge der Milch steigert, ohne daß dabei die Qualität derselben eine entsprechende Veränderung erleidet.

Alle Erfahrungen und Versuche stimmen darin überein, daß die relativ höchste Milchproduktion nur bei stickstoffreichem und auch sonst genügendem Futter erzielt wird. Zugleich ist zu beachten, daß die Tiere dabei eine hohe Milchergiebigkeit weit länger beibehalten, als wenn ihnen ein stickstoffarmes Futter verabreicht wird; dies ist ein großer Vorteil, welcher sich geltend macht, auch wenn die bei wechselnder Fütterung beobachteten Differenzen in der täglichen Milchproduktion nicht sehr groß sind. Dem Mangel an Nahrungseiweiß ist es wesentlich zuzuschreiben, daß die ausschließliche Fütterung der Milchkühe mit Wiesenheu mittlerer Güte nicht ausreicht, um dauernd die relativ größte Milchmenge zu produzieren; dies wird nur erreicht bei Fütterung mit ungewöhnlich nährkräftigem Wiesenheu oder auf einer guten Weide oder unter dem Einfluß einer geeigneten Futtermischung. Die Abnahme in der Milchmenge ist ferner gewöhnlich eine rasche und sehr beträchtliche, sobald der Gehalt des Gesamtfutters an verdaulichem Eiweiß sinkt, während der Gehalt an stickstofffreien Nährstoffen noch ein ganz genügender sein kann; unter solchen Verhältnissen beobachtete man z. B. in Möckern pro Tag und Stück eine rasche Abnahme der Milch von 9,7 bis auf 7,65 kg und in Hohenheim sogar von 13,4 bis auf 8,45 kg, wobei die Kühe gleichzeitig, weniger im Verlust an Lebendgewicht, als ihrem ganzen Aussehen und Verhalten nach in einen schlechten Ernährungszustand übergingen.

Es wird freilich auch bei einem etwas weniger stickstoffreichen, nur sonst den Tieren zusagenden Futter oftmals eine bedeutende

Menge Milch produziert. Die Macht der Produktion ist bei guten Milchkühen eine so große, daß dieselbe lange ziemlich unverändert fortdauern kann, selbst wenn das Futter hierzu nicht ganz ausreichendes Material liefert; dieses wird dann dem Körper des Tieres entnommen, das letztere verliert an Fleisch und Fett, es magert mehr oder weniger ab. Indes darf die betreffende Differenz im Futter und in der Milch auf die Dauer keine zu große sein, und es verhalten sich auch die einzelnen Tiere in dieser Hinsicht sehr verschieden. Man muß im allgemeinen sich hüten, bei den Kühen einen zu schlechten Ernährungszustand eintreten zu lassen, weil damit in der Regel doch die Milchergiebigkeit herabgesetzt und überdem der Zuchtwert der Tiere geschädigt wird.

Das Fett im Futter der Milchtiere hat jedenfalls eine komplizierte Wirkung, über welche bisher noch keine vollständige Übereinstimmung der Ansichten herrscht.

Da das Fett den Fleischansatz begünstigt, vermag es zu gunsten der Körperernährung der Milchdrüse den ihre Thätigkeit fördernden Eiweißstoff zu entziehen und damit die Milchproduktion zu hindern, andererseits kann man sich, weil der Ansatz von Eiweiß nur sehr langsam erfolgt, die Fettstoffe in dieser Richtung sicher weniger wirksam als die Kohlenhydrate sind, auch denken, daß durch Fettzulage ein Teil des Eiweißes vor sehr früher Oxydation geschützt wird und damit gerade der Milchproduktion erhalten bleibt. Diese Vorgänge müßten sich vorwiegend auf die Quantität der Milchproduktion zur Geltung bringen. Ein Teil der Fette könnte durch weiße Blutkörper in die Alveolen der Milchdrüse transportiert werden. Endlich könnten die Fettstoffe durch Störung der Verdauung und damit der Gesundheit der Tiere erheblich die Milchproduktion schädigen. Giebt man die vorstehenden Einflüsse einer reichlicheren Fettfütterung zu, so müßte je nach der Empfindlichkeit der Tiere und manchen besonderen Umständen eine recht verschiedene Wirkung eintreten und letzteres stimmt wenigstens mit den bisherigen Erfahrungen überein.

In Versuchen, welche man in Hohenheim ausführte, wurde bei einem sehr dürftigen Futter, welches eine rasche Verminderung der Milchproduktion bewirkt hatte, die letztere durch eine Beigabe von $^1/_2$ kg Fett (zuerst Rüböl, später Leinöl) pro Kopf nur in den ersten Tagen etwas, aber auf die ganze Fütterungsperiode bezogen, fast gar nicht gesteigert, und der prozentige Fettgehalt der Milch nahm sogar ein wenig ab, die Wässerigkeit derselben zu. In Möckern beobachteten G. Kühn und M. Fleischer bei einer Zugabe von $^1/_2$ kg Rüböl zu einem an sich schon reichen Futter eine Steigerung des täglichen Milchertrages von etwa $^1/_2$ kg, während der prozentige

Fettgehalt der Milch ganz unverändert blieb; in anderen Versuchen beobachtete man ebenfalls eine kleine Zunahme der Milchmenge, aber nur von durchschnittlich $^1/_4$ kg, als neben ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu (etwa 12 $^1/_2$ kg pro Tag und 500 kg Lebendgewicht) $^1/_2$ kg Rüböl verabreicht wurde und es verminderte sich mit dem Gesamt-Trockengehalt der Milch die prozentige Menge des Fettes. Soxhlet führt diese ungünstigen Beobachtungen wesentlich auf durch Fettfütterung veranlaßte Verdauungsstörungen zurück. Einen deutlicheren Einfluß dagegen äußerte die Steigerung des Futterfettes, weniger auf die Quantität als auf die Qualität, zunächst den Fettgehalt der Ziegenmilch bei Versuchen, welche in Halle von Stohmann ausgeführt wurden, und zwar erhöhte sich der prozentige Fettgehalt der Milch sehr beträchtlich, als man zu einem stickstoffreichen Futter (Wiesenheu und entfettetes Leinmehl) Fett in Form von Mohnöl hinzufügte, während dieselbe Beigabe zu einem verhältnismäßig stickstoffarmen Futter (ausschließliche Fütterung mit Wiesenheu) den Fettgehalt der Milch verminderte. Jedoch ist es fraglich, ob die Versuchsresultate, welche man bezüglich der Milchproduktion bei Ziegen beobachtet hat, auch für Kühe in jeder Weise zutreffend sind. Die ersteren Tiere verhalten sich in mancher Hinsicht anders als die letzteren; ich will nur erwähnen, daß die Ziegen nach den Stohmannschen Versuchen zur relativ höchsten Milchproduktion im täglichen Futter pro 1000 kg Lebendgewicht 6,2 bis 6,8 kg Rohproteïn bedürfen, d. h. fast doppelt so viel, als womit die Kühe sich begnügen. Unter solchen Verhältnissen kann auch die Grenze, bis zu welcher das Nahrungsfett vertragen wird, bei Ziegen recht wohl eine weitere sein als bei Kühen. Übrigens liegen vielfache Beobachtungen in der Praxis vor, daß auch die Kühe bei stärkeren und vor allem stickstoffreicheren Rationen auch relativ mehr Fett ohne Nachteile des Befindens erhalten können. Ähnliches gilt wohl auch von den Schafen, wie Versuche von Weiske zeigen. Ein solches Tier, welches bisher pro Tag $^1/_2$ kg Heu, $^1/_2$ kg Gersteschrot und 1 kg Rüben verzehrt hatte, lieferte bei Grünfutter ad libitum, wenn es außerdem $^1/_2$ kg Gersteschrot und $^1/_4$ kg Leinkuchen täglich erhielt, kein größeres Quantum an Milch, aber der Fettgehalt derselben war von 5 auf 6,4 % erhöht. Bei alleinigem Grünfutter ad libitum sank der tägliche Milchertrag um 100 g, während der prozentige Trocken- und Fettgehalt unverändert blieb. Bei Fütterung nur mit 1 $^1/_2$ kg Wiesenheu sank die Milchproduktion rasch und erheblich (von 753 bis auf 591 g), der Gehalt an Trockensubstanz aber nahm zu bis auf 18,6 % und in geringerem Grade auch der Fettgehalt (7,15 %). Wenn ferner dem Grünfutter 150 g

Öl pro Tag zugelegt wurden, so blieb die Milchmenge (ca. 600 g) fast unverändert; zugleich aber war der Gehalt der Milch an Trockensubstanz (bis 19,64 %) und an Fett (bis 8,68 %) wesentlich erhöht; es hatte gegenüber der vorhergehenden Periode in der Milch eine Zunahme um 1,07 % an Trockensubstanz und um 1,53 % an Fett stattgefunden.

Aufsehen erregten neuere Mitteilungen von Soxhlet, nach denen es in verschiedenen Versuchen gelang, bei Verabreichung von Fett in feinster Emulsion, d. h. feinster Verteilung in Form kleinster Kügelchen, Verdauungsstörungen zu beseitigen und einseitig den Fettgehalt der Milch zu erhöhen ohne ihre Menge zu verändern. Es handelte sich jedoch nicht um einen einfachen Übertritt des Futterfettes in die Milch, da die Veränderung des Schmelzpunktes der Butter nicht in dem Sinne erfolgte, als wenn einfach das Futterfett dem Milchfett zugesetzt worden wäre. Übrigens hatte vorher schon F. Lehmann in Göttingen bei Versuchen, z. B. durch Coprabeigabe, die Milch einseitig fettreicher machen können. Versuche in Lauchstädt, über welche Albert referierte, ergaben aber doch wieder bei den einzelnen Kühen ein recht schwankendes Resultat nach fettreicherer Fütterung. Individuelle Anlagen spielen eben eine große Rolle. Für die Praxis dürfte hiernach, sobald es sich um die Ernährung nicht sehr milchergiebiger Tiere und dementsprechend nicht sehr proteïnreiche Rationen handelt, zu empfehlen sein, keine Experimente mit erheblicheren Fettgaben zu machen.

Bezüglich der Quantität der produzierten Milch ist noch zu erwähnen, daß nach den Beobachtungen von Fleischmann an Kühen des Holländer Schlages, diese bei durchweg reichlicher Ernährung in der 5. Laktationsperiode die höchsten Erträge an Milch und Butter (bezw. 3308 und 126 kg) lieferten, bei Kühen aber in der 5. bis 11. Periode die Erträge geringer waren (durchschnittlich 2822 kg Milch und 96 kg Butter). Mit abnehmendem Lebendgewicht wurden im Verhältnis zu demselben, die Erträge immer größer, z. B. bei 581 bis 524 und 489 kg Lebendgewicht, auf 500 kg berechnet, 2874, 3122 und 3335 kg Milch.

Bei allen Erörterungen über die Milchproduktion muß man stets im Auge behalten, daß die Qualität der Milch ebenso wie die Quantität in erster Linie durch die Rasse und Individualität des Tieres, durch die Beschaffenheit der Milchdrüse bedingt ist. Man kann auch durch die beste und reichlichste Fütterung die fettarme Milch einer gewöhnlichen Niederungskuh nicht in die fettreiche Milch einer Gebirgskuh verwandeln. Dies läßt sich höchstens durch eine konsequent in dieser Richtung fortgesetzte Züchtung, nicht aber durch

eine einfache Futterveränderung erreichen. Die hierüber in der Praxis herrschenden Ansichten beruhen vielfach auf Täuschungen. Bei einem plötzlichen Futterwechsel ergeben sich oft bedeutende Veränderungen wie in der Quantität, so auch in der chemischen Zusammensetzung, zunächst dem Fettgehalt der Milch; aber in letzterer Hinsicht gleichen sich die zuerst beobachteten und auch oft von einem Tage zum anderen eintretenden Differenzen für eine längere Versuchsperiode und bei gleichmäßig fortgesetzter Fütterungsweise ganz gewöhnlich wieder aus. Dies wird bewiesen durch die in Möckern und Hohenheim angestellten und auch anderswo wiederholten Versuche, bei welchen längere Zeit hindurch alltäglich Milchanalysen ausgeführt, also aus einer sehr großen Anzahl derselben die mittleren Resultate abgeleitet wurden. Kurze Beobachtungsperioden und vereinzelte Milchanalysen haben für die Entscheidung der in Rede stehenden Frage meist gar keinen Wert und können oft zu Irrtümern Veranlassung geben.

Die Qualität der Milch steht auch insofern mit der Fütterung in einem entschiedenen Zusammenhang, als je nach der Art der letzteren die gewonnene Butter nach Aussehen, Konsistenz, Farbe, Haltbarkeit, Aroma und Wohlgeschmack sehr variiert und auch wohl mehr oder weniger leicht und vollständig aus der Milch sich abscheiden läßt. Bei ziemlich stickstoffarmer, überhaupt den Tieren weniger zusagender Fütterungsweise hat die Butter oft eine mehr feste, gleichsam talgige, weniger schmackhafte Beschaffenheit; sie wird, wie man sich ausdrückt, „trockener und magerer“. Die Winterbutter hat bekanntlich im allgemeinen einen geringeren Wert als die Frühjahrs- und die Stoppelbutter. Hierdurch kann schon ein in praktischer Hinsicht sehr gewichtiger Einfluß des Futters sich kundgeben, auch wenn der eigentliche Fettgehalt der Milch keine wesentliche Veränderung erlitten hat. Dazu kommt noch, daß in der That die Wässerigkeit der Milch, deren Gesamtgehalt an Trockensubstanz oft zu- oder abnimmt, während die prozentige Zusammensetzung der letzteren dieselbe bleibt. Es wird meist bei anhaltend dürftiger Fütterung eine mehr wässerige Milch produziert, als bei durchaus genügender Nahrung; im Sommer bei voller und stickstoffreicher Grünfütterung ist die Milch konzentrierter als im Winter, obgleich die Differenz meistens nicht eine so große ist, wie man gewöhnlich annimmt. Wenn aber der Trockengehalt der Milch auch nur um $^1/_2$ oder 1 $^0/_0$ und damit die prozentige Fettmenge entsprechend zu- oder abnimmt, so hat dies schon im großen auf die Ausbeute an Butter einen nicht unbeträchtlichen Einfluß. Endlich ist auch zu erwähnen, daß in einzelnen Fällen, vielleicht mit bedingt durch individuelle Eigenschaften der Tiere, ein bestimmterer Einfluß einiger Futterstoffe

auf den prozentigen Fettgehalt der Milch beobachtet worden ist, z. B. in Möckern von G. Kühn infolge der reichlichen Beifütterung von Palmkernmehl; auch Malzkeime wirkten günstig, während Bohnenschrot bezüglich des prozentigen Fettgehalts der Milch sich mehr indifferent verhielt und Rapskuchen denselben sogar etwas verminderten. Neuere Versuche von Schrodt in Kiel haben ferner für die Produktion der Milch günstige Resultate bei der Verfütterung von Erdnuß- und Baumwollsamenkuchen ergeben, vorausgesetzt, daß sie auch frisch und völlig unverdorben sind (vergl. S. 147).

In der Praxis schreibt man fast jedem Futtermittel seinen besonderen Einfluß zu auf die Qualität der Milch und Butter. Ein zu großes Quantum von Kartoffeln im täglichen Futter soll die Butter hart und unschmackhaft machen, zu viel an Rüben, namentlich Runkelrüben derselben einen bitteren Beigeschmack geben; Schrot von Weizen, Dinkel und Gerste liefert Butter von mittlerer, Erbsen und Wicken von ziemlich harter, Hafer und ebenso Weizenkleie von weicher Konsistenz ꝛc. Hafer soll besonders günstig auf die Milchproduktion wirken; auch ist zu erwähnen, daß alle stärkemehlreichen Körner und Körnerabfälle, wie Kleien, Schwarzmehl, Reisfuttermehl, den Wohlgeschmack der Milch und Butter erhöhen, während man mit der Fütterung von Ölkuchen vorsichtig sein muß und besonders von Rapskuchen, noch mehr aber von Mohnkuchen nicht zu große Quantitäten verabreichen darf. Nach den Beobachtungen ferner von A. Mayer sollen die im folgenden erstgenannten Futtermittel die Butter hart, die anderen dagegen immer mehr weich machen, nämlich von Rauhfutter: Stroh, Heu, Sommerheu und Maisfutter, altes Gras, junges Gras; von Kraftfutter: Mohnkuchen, Lein- und Sesamkuchen, Erdnußkuchen, Roggen, Baumwollsamen- und Maiskeimkuchen. Bezüglich der Wirkung auf den Gehalt der Butter an flüchtigen Säuren rangierten diese Futtermittel ziemlich in umgekehrter Reihenfolge.

Auf die Qualität der Milch, zunächst den Gehalt an Gesamttrockensubstanz wirken auch allerlei natürliche, von der Fütterung unabhängige Umstände. Ebenso wie die Milch von einer sehr reichlich produzierenden Kuh gewöhnlich wässeriger ist, als von einer weniger ergiebigen Kuh, so erhöht sich auch bei einem und demselben Tier mit der Entfernung von der Zeit des Kalbens, wenn also die quantitative Produktion eine geringere wird, die prozentige Menge der Milch-Trockensubstanz, wobei häufig die relative Menge des Kaseïns etwas zunimmt, die des Fettes entsprechend abnimmt; jedoch ist dies nicht immer der Fall, wie die in Proskau vorgenommenen Untersuchungen der Milch von frisch- und altmelkenden Kühen (jedes-

mal 11 Kühe bezw. $^1/_2$—2 und 6—9 Monate nach dem Kalben) beweisen, indem dabei in der Gesamttrockensubstanz, wie auch im Fettgehalt und in der ganzen durchschnittlich vorhandenen Zusammensetzung keine irgend wesentliche Unterschiede beobachtet wurden. Fleischmann und Hittscher fanden an Kühen der Holländer Rasse in Tapiau, daß sich die Zusammensetzung der Milchtrockensubstanz in den einzelnen Jahren mit dem Fortschreiten der Laktationsperiode in etwas verschiedenem Sinne änderte.

Die zu verschiedenen Tageszeiten einer Kuh entnommene Milch ist keineswegs immer von gleicher Zusammensetzung; bei längerer Dauer von einem Melken zum andern ist dieselbe meist wässeriger als bei kürzerer Zwischenzeit, so daß bei dreimaligem Melken die Mittags- und Abendmilch von wesentlich besserer Beschaffenheit ist, als die Morgenmilch. Schmoeger in Proskau hat beobachtet, daß bei täglich dreimaligem Melken die Quantität und auch der Fettgehalt größer ist, als bei zweimaligem Melken. Ebenso fand Kaull in Halle, daß zwar nicht durch das Melken als solches, aber doch durch die Häufigkeit der Entleerung der Milchdrüse innerhalb gewisser Grenzen eine Erhöhung der Milchproduktion herbeigeführt wird.

Besonders auffallend ist die Differenz im Gehalt der Milch bei den zuerst und den später aufgefangenen Portionen derselben; die Milch, welche bei dem Melken zuerst aus dem Euter fließt, ist immer weit wässeriger und weniger fettreich als das gegen Ende des jedesmaligen Melkens gewonnene Produkt. Alle die erwähnten Umstände sind zu beachten und die dadurch ermöglichten Beobachtungsfehler sorgfältig zu vermeiden, wenn man die Frage von dem etwaigen Einfluß des Futters auf die Qualität der Milch durch direkte Versuche zur Entscheidung bringen will.

Bezüglich des Bedarfs der Milchkühe an mineralischen Nährstoffen mag schließlich noch einiges erwähnt werden. Von besonderem Einfluß auch auf die Qualität des Käsestoffes scheint der Gehalt des Futters an Phosphorsäure und Kalk zu sein. Die Versuche in Weende von Henneberg und Stohmann über das Beharrungsfutter der Ochsen haben ergeben, daß darin pro 1000 kg Lebendgewicht täglich etwa 0,05 kg Phosphorsäure und 0,1 kg Kalk enthalten sind; in 20 kg Milch ferner, welche gute Kühe längere Zeit hindurch pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht produzieren, findet man durchschnittlich 0,03 kg Kalk und 0,04 kg Phosphorsäure. Als Minimum im täglichen Futter der Kühe mit genannter Milchergiebigkeit wären also 0,09 kg Phosphorsäure und 0,13 kg Kalk anzunehmen. Für eine Extrazufuhr von Kalk und Phosphorsäure braucht man hiernach bei der Fütterung der Milch-

kühe nur selten Sorge zu tragen; in 30 kg Wiesenheu mittlerer Güte z. B., welche vielleicht auf 1000 kg Lebendgewicht täglich verfüttert werden, sind 0,122 kg Phosphorsäure und 0,256 kg Kalk enthalten. Nur bei fast ausschließlicher Fütterung mit Stroh, Spreu und Wurzelgewächsen (beziehungsweise Branntweinschlempe und Rübenpreßlingen) ist möglicherweise eine Extrazufuhr von Kalk rätlich, in der Form von geschlämmter Kreide oder von weichen Kalk-Lecksteinen; an Phosphorsäure wird es wohl nur ausnahmsweise fehlen, wenn nämlich das verabreichte Rauhfutter (Heu und Stroh) daran ungewöhnlich arm ist.

Für die gute Haltung der Milchkühe ist eine Beigabe von Kochsalz zum Futter wichtig, schon wegen des großen Kalireichtums des Futters (s. S. 13). Wenn auch, bei sonst reichlich genügender Fütterung, der günstige Einfluß des Kochsalzes in der Menge und Güte der Milch nicht sofort sich ausspricht, so giebt sich derselbe doch in dem ganzen Aussehen und Verhalten der Tiere zu erkennen. Bekannt ist ferner, daß das Kochsalz die Schmackhaftigkeit des Futters erhöht, also den Appetit der Tiere anregt und ein an sich weniger gedeihliches Futter verbessert. Die Verabreichung von 15 bis 20 g Salz pro Kopf und Tag an Milchkühe wird gewiß vorteilhaft sein; größere Gaben sind überflüssig, wenn keine sehr kalireiche Rationen verabreicht werden und können sogar nachteilig auf die Milchproduktion einwirken.

Nach Erledigung der vorstehenden wichtigsten Punkte, die unseren Einfluß auf die Thätigkeit der Milchdrüse und die Erhaltung der Gesundheit der Milchtiere betreffen, erübrigte schließlich noch die Quantität der Nährstoffzufuhr zu erörtern. In dieser Beziehung ist folgendes im Auge zu behalten.

1. Der Körper der Milchtiere muß in einem sog. mittleren Ernährungszustand beharren, nicht gemästet werden aber nicht zu stark abmagern. Hiernach muß für den Körper allein ein Nährstoffquantum zur Verfügung stehen, welches dem früher berechneten Erhaltungsfutter entspricht.

2. Für die vom Organismus gelieferten Milchbestandteile muß in der Nahrung über das Erhaltungsfutter hinaus voller Ersatz geboten werden und zwar, da fast nie ein Futterbestandteil ohne Änderung oder Verlust ein Bestandteil eines tierischen Produkts werden kann, muß der Ersatz so hoch bemessen werden, daß auch diese Verluste gedeckt werden.

3. In Rücksicht auf die Empfindlichkeit und meist schwerere Ernährbarkeit der tragenden Tiere, sowie zur Deckung des Stoff-

wechsels der Leibesfrucht wird noch weiterhin eine kleine Zulage an Nährstoffen zweckmäßig sein.

Da wir bekanntlich sehr verschieden milchergiebige Tiere besitzen, die Milchdrüse infolge ihrer oben erörterten großen Selbständigkeit je nach ihrer Größe und Art sehr verschiedene Mengen der resorbierten Nährstoffe mit Beschlag belegt, so folgt ohne weiteres, daß für alle Tiere nicht eine Norm zweckmäßig sein kann. Wollte man Kühe, die im Jahre ca. 240 kg Milchtrockensubstanz liefern, ebenso füttern wie andere, die ca. 960 kg geben, so würde man entweder bei ersteren die großartigste Futterverschwendung treiben oder man müßte die letzteren tot melken, wenn nicht vorher der elende Körper auch die Milchdrüse schädigte und ihre Thätigkeit fast oder ganz vernichtete.

Die Normen sind also der Leistungsfähigkeit der Tiere entsprechend zu gestalten.

Versucht man letzteres auf Grund der vorliegenden Erfahrungen mit Milchtieren sofort gesondert für jede Hauptgruppe der Nährstoffe, so hat man mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Bereits Grouven erkannte dieselben, als er die ersten Fütterungsnormen aufstellte, und entschloß sich daher sog. „ideale“ Normen zu bilden unter Verzicht, die Normen auf rein rechnerischem Wege abzuleiten. In der That sieht man, daß bald die proteïnreichere, bald die proteïnärmere Ration scheinbar die vorteilhaftere Produktion gewährleistete, bald das weitere, bald das engere Nährstoffverhältnis sich besser bewährte u. s. w. Es war „Anschauungssache“ sich für die eine oder andere Nährstoffmischung zu erklären. In der That war man auf diesem Wege bisher nur dazu gelangt eine einzige Norm für Milchtiere als wohl ungefähr richtig, den mittleren Verhältnissen entsprechend aufzustellen und gab anheim, im besonderen Fall zu beobachten, z. B. ob sich eine Futterzulage lohnt. Es waren sehr mühevolle auf breiter Basis angestellte Versuche Maercker's in der Provinz Sachsen notwendig, um wirklich zu beweisen, daß bei den dort gehaltenen milchergiebigen Tieren die frühere Wolff'sche Norm zu knapp und besonders eine Vermehrung der Proteïnstoffe angezeigt ist. In ungefährer Weise wies an mehreren Stellen J. Kühn darauf hin, wie eine geringere Ration genügend zur Ernährung weniger milchreicher Tiere wäre. Niemals konnte aber der Versuch gemacht werden, mit wahrscheinlich nur einiger Sicherheit, die Menge und Art der Nährstoffe zu bestimmen, welche die Milchdrüse gebraucht, um etwa 1 kg Milchtrockensubstanz zu bilden.

In dieser Beziehung verspricht die Untersuchung der Energieverwertung ungemein große Vorteile durch die Vereinfachung des

ganzen Problems, durch die Eliminierung der Vielheit verschiedenartiger Stoffgruppen. Man hätte zunächst den Kraftverbrauch der Milchtiere abzüglich der zur Lebenserhaltnng nötigen und bekannten Kraft festzustellen und mit der Energiemenge, welche in der produzierten Milch enthalten ist, zu vergleichen. Dadurch würde die quantitative Seite der Ernährungsfrage entschieden. Ausgeschaltet ist die Komplikation der Frage über das Nährstoffverhältnis, Fettgehalt der Ration und anderes; alle diese Erwägungen können dann wieder für sich auf Grund unserer diesbezüglichen Kenntnisse ihre Erledigung finden.

Unter Annahme der Rubner'schen Zahlen für die physiologische Verbrennungswärme der Nährstoffe, von 32800 große Calorien für Erhaltungsfutter pro 1000 kg Lebendgewicht und unter Abzug der vollen Verbrennungswärme aller Milchbestandteile findet man bei genügend lange dauernden Versuchen mit Milchtieren, deren Lebendgewicht sich nicht erheblich änderte, daß etwas über 50 % der für die Milchproduktion verfügbaren Energie der Nährstoffe in Form von Milchbestandteilen wieder gewonnen wird. Die Zahlen schwanken von über 56 % bis etwas unter 50 %. Meist ist es aber nicht schwer, für diese Schwankungen in einigen doch eingetretenen Veränderungen im Körperbestande, oder in einer einseitigen Fütterung mit erheblich Verdauungsarbeit machenden Rauhfutterstoffen eine Erklärung zu finden, wenn sonst der Versuch ohne Störung der Gesundheit ꝛc. verlief.

Interessant ist bei diesen Berechnungen, daß, sobald man kürzere Perioden mit sehr wechselnder Fütterung desselben Tieres für sich betrachtet, ganz unmögliche Zahlen eines scheinbaren Umsatzes der Kräfte der Nährstoffe in solche der Milch herauskommen. Es beweist dies, daß durch viele Wochen hindurch eine Kuh „von ihrem Körper melken“ oder einen erheblichen Teil des Futters zur Vermehrung des Körperbestandes verwenden kann. Die Bedeutung dieses Umstandes ist früher bei der Prüfung von Futterrationen 3—4 Wochen hindurch niemals erkannt worden. Man glaubte die beobachtete Milchproduktion allein von der Stärke der jeweiligen Ernährung abhängig machen zu können und hatte im wesentlichen nur den Effekt der spezifischen Reizwirkung der Futterbestandteile auf die Drüse ermittelt.

Es kann hier nun nicht die Erwägung umgangen werden, ob die Berechnung der Energieverwertung durch Milchproduktion augenblicklich noch zu viele Unsicherheiten bietet und erst möglich wäre, nachdem eine Reihe von vollständigen Stoffwechseluntersuchungen verbunden mit Bestimmung der Verbrennungswärme aller Ausscheidungen

bei Milchtieren vorläge. Zunächst könnten Bedenken entstehen, weil infolge der reichlicheren Gärung im Darmkanal der Wiederkäuer die Verwertung der verdauten, d. h. im Darm verschwundenen Nährstoffe mit 4,1 Cal. für 1 g Stärkewert zu hoch veranschlagt sei, daß ebenso die aus den pflanzlichen Futtermitteln reichlicher resorbierten aromatischen Stoffe leicht im Harn ausgeschieden werden, damit also ein Energieverlust stattfände, der den Fehler noch vergrößerte. In der That sind, wie früher mitgeteilt wurde, bei den Versuchen in Möckern nur Werte von rund 3,5—3,7 Cal. für 1 g verdaute organische Substanz gefunden worden.

Allein eine kurze Überlegung zeigt, daß die bei obiger Rechnungsweise möglichen Fehler von praktisch geringer Bedeutung sind.

Einmal wurde in Möckern meist sehr viel Rauhfutter und wenig Kraftfutter den Tieren verabreicht. Bei der stärkeren Fütterung der Milchtiere muß ein größerer Teil der Ration aus leichter verdaulichem Kraftfutter bestehen, dessen Bestandteile, schneller aus dem Darm verschwindend, sich eher der unproduktiven Zerstörung durch die Mikroorganismen entziehen und damit den physiologischen Nutzeffekt der verdaulichen organischen Substanz erhöhen.

Zweitens wurde eben im Hinblick auf diese Zersetzungen im Darm für die Erhaltungsration in Anlehnung an die Henneberg-schen Befunde ein relativ hoher Energiewert in Ansatz gebracht, der die Verluste durch Methan 2c. einschließt. Wollte man für 1 g Stärke nur 3,5 Cal. rechnen, dann müßte man auch für die Erhaltung des Körpers nur 24000 statt wie geschehen 32800 Cal. veranschlagen.

Endlich ist es klar, daß bei der praktischen Verwertung von auf Grund obiger Berechnung abgeleiteten Normen man für die Einheit des Stärkewerts einen genau gleichen physiologischen Nutzeffekt wie bei eben dieser Berechnung annehmen müßte. Dadurch findet aber ein Ausgleich statt, indem zwar durch eventuell zu hohe Bewertung der Nährstoffe in den Versuchsrationen eine zu hohe Norm in Calorien ausgedrückt gefunden würde; berechnet man aber dann eine neue Ration nach dieser Norm mit ebenso hoher Bewertung der Nährstoffe, so muß man infolge eines zu hohen Divisors doch wieder zu der annähernd richtigen Nährstoffmenge gelangen.

Ein Beispiel mag dies erläutern.

In einem Fütterungsversuch von Friis waren bei einer Abteilung der Kühe in der Ration von etwa 35 % Rauhfutter und 65 % Saft- und Kraftfutter pro Kopf und Tag 7,492 kg Nährstoffe von Stärkewert enthalten und wurden im Mittel pro Tag und Stück 11,5 kg Milch produziert.

Mit Hilfe der oben angegebenen Zahlen berechnet sich

im Futter 7,492 . 4,100	= 30720	Cal.
ab für Erhaltungsfutter pro 500 kg L.-G.	= 16400	„
Zur Milchverwertung verbleiben	= 14320	Cal.
In der Milch davon erhalten	= 7755	= 54,2 %

Mit Hilfe der Zahlen mit niedrigerem physiologischen Nutzeffekt und der durch Respirationsversuche genauer festgestellten Erhaltungsration käme heraus:

Im Futter 7,492 . 3,5 . .	= 26222	Cal.
Ab Erhaltungsfutter . . .	= 12000	„
Zur Milchverwertung . . .	= 14222	Cal.
In der Milch enthalten . .	= 7755	„ = 54,5 %

Hätte man Grund, diesen einen Versuch für maßgebend zur Bestimmung der Norm für eine 500 kg schwere, pro Tag im Mittel 11,5 kg Milch der gleichen Zusammensetzung gebende Kuh zu halten, so würde hiernach die Norm in Calorien verschieden lauten, nämlich 30720 resp. 26222, in Nährstoffen jedoch identisch, nämlich $\frac{30720}{4,1}$ oder $\frac{26222}{3,5}$ also gleich 7,492 kg Nährstoff.

Natürlich stimmen beide Arten der Rechnung nicht immer so gut, da die konstante Größe des Energiegehaltes der Milchbestandteile nicht stets genau in gleichem Verhältnis zu den auf verschiedenem Wege gefundenen Differenzsummen zwischen Wärmewert der Rationen und Erhaltungsfutter steht. Das angeführte Beispiel sollte nur die obigen Bemerkungen illustrieren, welche zu dem Resultat führen, daß man bei Begründung von Futternormen auf den Kraftwechsel und Anwendung der Rubner'schen Zahlen zu keinen praktisch erheblich fehlerhaften Resultaten kommt.

Die Gleichstellung von Eiweiß und Stärke sowie deren Verhältnis zum Fett bezüglich ihres physiologischen Nutzeffektes kann auf Grund keiner Beobachtung angezweifelt werden, wohl aber liegen eine Reihe von Thatsachen vor, welche sie bestätigen.

Für die endliche Ausgestaltung der Normen für die Milchtiere kann es jedoch nicht für richtig erachtet werden, allein den Ersatz für die Milchbestandteile neben dem Erhaltungsfutter zu reichen. Wie schon erwähnt, muß die Entwickelung der Leibesfrucht, der Empfindlichkeit des Zuchttieres Rechnung getragen werden. Die hierfür notwendige Nährstoffsumme ist leider noch nicht aus experimentellen Ermittelungen abzuleiten und muß man daher notgedrungen zur Schätzung greifen. Man könnte, was am nächsten liegt, eine bestimmte Zulage von Nährstoffen hierfür geben. In Rücksicht aber

auf den Umstand, daß die besseren Milcher in der Regel die weniger leicht anzufütternden und meist zugleich die empfindlicheren Tiere sind, erscheint es zweckmäßiger die Zulage entsprechend der Milchergiebigkeit zu steigern, um so mehr, als sicher der absolute Stoffverbrauch der Leibesfrucht keine erhebliche Größe erreicht. Es ist anzunehmen, daß man bei einer Veranschlagung der Energieverwertung der Milchdrüse statt zu 50 % nur zu 45 % allen Anforderungen bereits reichlich entspricht.

Hiernach gestaltete sich die Berechnung der Norm für eine 500 kg schwere Kuh, die im Mittel der Laktation pro Tag 10 kg einer Milch durchschnittlicher Zusammensetzung liefert, wie folgt:

In 10 kg Milch sind enthalten:	Eiweiß	= 320 g × 5,8	= 1856	Cal.
	Fett	= 360 g × 9,23	= 3323	„
	Zucker	= 500 g × 3,95	= 1975	„
		Summa	7154	Cal.

Bei 45 % Verwertung der Futterenergie wären dafür erforderlich:

$$7154 \times \frac{100}{45} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . = 15898 \text{ Cal.}$$

Dazu die Beharrungsration = 16400 „

Im ganzen zu liefern . . = 32298 Cal.

Letztere Calorienzahl ist auf die drei Nährstoffgruppen zu verteilen. Wir können zunächst von der Annahme ausgehen, daß bei einer so reichen Ration 250 g Fett pro Tag unschwer verfüttert werden können, ferner, daß das Nährstoffverhältnis von 1 : 5,5 ein gutes Produktionsfutter giebt. Unter diesen Annahmen lassen sich drei Gleichungen aufstellen.

1. Fett = 250,
2. 4,1 × Eiweiß + 4,1 × Nfreie Stoffe + 9,3 × Fett = 32298,
3. Eiweiß: Nfreie Stoffe + 2,5 × Fett = 1 : 5,5.

Die Auflösung dieser drei Gleichungen ergiebt:
Eiweiß = 1221 g. Fett = 250 g. Nfreie Stoffe = 6100 g oder abgerundet auf 1000 Lebendgewicht

2,44 Eiweiß, 0,5 Fett, 12,2 Nfreie Stoffe.

Natürlich können diese Zahlen fehlerlos noch weiter abgerundet werden, z. B. auf 2,5 Eiweiß.

Aus der ganzen Art der Berechnung ist ersichtlich, daß es zunächst darauf ankommt überhaupt genügend Nährstoffe zu geben, daß man aber in dem Verhältns derselben einige Freiheit besitzt. Hätte man z. B. nicht 250 g Fett, sondern mehr oder weniger an-

genommen, so würde eben ein entsprechender Ausgleich in den stickstofffreien Extraktstoffen herausgekommen sein.

Ebenso ersieht man, daß die Zusammensetzung der Milch, nicht ihre Menge den Nährstoffbedarf bestimmt. Da die nicht fettartige Trockensubstanz der Milch meist eine wenig variable Größe darstellt, so kann man in dieser Beziehung ohne praktischen Fehler den Fettgehalt allein ins Auge fassen. Es bedürfte hiernach für jedes Kilogramm Milch einer Zulage zum Erhaltungsfutter, wenn der Fettgehalt ist

2,5 % von 333 g Nährstoff von Stärkewert
3,0 % „ 358 „ „ „ „
3,5 % „ 383 „ „ „ „
4,0 % „ 408 „ „ „ „
4,5 % „ 433 „ „ „ „

Diese Zahlen sind die heut zu empfehlenden, und so sehr wünschenswert es wäre, durch exakte Respirationsversuche für alle solche Berechnungen eine sichere experimentelle Grundlage zu schaffen, so dürften doch keine erheblichen Berichtigungen zu erwarten sein. Jedenfalls sind die möglichen Irrtümer in der Schätzung der Ernährbarkeit der Tiere und vor allem des Nährstoffgehaltes der Rationen leider sehr viel größere.

Die Fütterung des Jungviehes.

Wir betrachten zunächst die Fütterung der Kälber und der jungen Rinder. Es sind darüber zwar zahlreiche Beobachtungen in der Praxis, aber nur selten solche Versuche angestellt worden, denen man einen wissenschaftlichen Charakter beilegen und zur Begründung allgemeiner Prinzipien etwas entnehmen könnte. Von Interesse jedoch ist ein schon vor längerer Zeit in Sachsen von Crusius ausgeführter Versuch, in welchem drei 14 Tage alte Kälber (Lebendgewicht 53, 59 und 52 kg) in ihrer 3. und 4. Lebenswoche auf die Weise gefüttert wurden, daß Nr. 1 täglich 6 kg normale Kuhmilch und 6 kg Molken, Nr. 2 10 kg abgerahmte und Nr. 3 8 kg normale Milch nebst 1,75 kg Rahm (Sahne) erhielt. Hierbei betrug der Konsum (nach direkter Analyse) und die Gewichtszunahme durchschnittlich pro Woche:

Kalb	Konsum pr. Woche				Nährstoffverhältnis	Zunahme des Tieres pr. Woche	Org. Substanz im Futter auf 1 kg Zunahme
	Organ. Substanz	Eiweiß	Zucker	Fett			
Nr.	kg	kg	kg	kg		kg	kg
1	7,40	1,70	4,10	1,6	1 : 4,47	6,0	1,23
2	6,20	2,25	3,25	0,7	1 : 2,05	3,65	1,71
3	9,45	2,30	3,25	3,9	1 : 5,40	10,75	0,88

In dem angegebenen Nährstoffverhältnis ist der Milchzucker sowohl als das Milchfett mit dem Stärkemehl-Äquivalent berechnet worden. Die in diesen Versuchen benutzte Kuhmilch war ziemlich stickstoffreich, dagegen fettarm (nur 2,6 % Butter); bei wirklich normaler, d. h. mittlerer Beschaffenheit der Milch wäre das Nährstoffverhältnis bei Nr. 1 und 3 ein noch weiteres gewesen.

Wie man sieht, war die Zunahme des Lebendgewichtes der einzelnen Tiere, je nach der Fütterungsweise, eine auffallend verschiedene. Die Differenz aber wird nicht sowohl durch eine spezifische Wirkung des höheren oder geringeren Fettgehaltes im Futter, als auch dadurch bedingt gewesen sein, daß die Gesamtmenge der organischen Substanz eine ungleiche und namentlich das Nährstoffverhältnis ein engeres oder weiteres war. Bei dem Kalb Nr. 2 war das Nährstoffverhältnis ein sehr enges, und es ist deshalb ein beträchtlicher Teil des Futtereiweißes im Körper des Tieres vollständig zerstört und oxydiert worden, also nicht zum Ansatz gelangt. Wahrscheinlich beeinflußte diese Zusammensetzung des Futters auch das Befinden des Tieres ungünstig, selbst bei größerer Aufnahme von organischer Substanz wäre daher kaum ein besseres Resultat erzielt worden, während die einfache Zugabe von Fett bei Nr. 3 eine so überaus günstige Wirkung geäußert hat. In dem Versuch Nr. 1 war die Gewichtszunahme des Kalbes eine befriedigende und nahezu dem Mittel der Beobachtungen bei ausschließlicher Ernährung der Kälber mit süßer Milch entsprechend, ungeachtet die Menge des Fettes und ebenso die des Eiweißes eine verhältnismäßig geringe war. Dies beweist, daß das Fett in seiner Wirkung wenigstens teilweise durch Kohlehydrate, hier Milchzucker, ersetzt werden kann. Für die Praxis ist dieses Versuchsresultat von Wert, weil daraus sich zu ergeben scheint, daß man schon in früher Lebensperiode der Kälber einen Teil der süßen Milch, etwa die Hälfte, ihnen entziehen und dafür Molken verabreichen oder vielleicht auch in abgerahmter Milch einfach Zucker auflösen oder derselben Stärkemehl, Mehlsuppe, Maismehl u. dgl. zusetzen kann. Selbst Kälbermast läßt sich nicht nur mit süßer, sondern auch mit nicht zu stark abgerahmter Milch bewirken und bei vorsichtigem Verfahren oft mit 10—12 kg der letzteren, wie mehrfache Versuche zeigen, 5—8 Wochen hindurch pro Tag 1 kg Zunahme des Lebendgewichtes erzielen, insbesondere, wenn man gegen Ende der Mastzeit etwas schmackhaftes und leicht verdauliches Kraftfutter der Milch beimischt.

Ich lege bei der Besprechung der obigen Versuche ein Hauptgewicht auf das in Nr. 1 und 3 vorhandene weitere Nährstoffverhältnis, weil unter dem Einfluß desselben mehr Eiweiß zum An-

satz gelangen mußte und eben dadurch, weniger durch den Ansatz von Fett, die rasche Zunahme des Lebendgewichts der Tiere zu erklären ist. Das Fett kann, wenn es in dem Körper der jungen Tiere abgelagert wird, keine sehr rasche und auffallende Zunahme des Lebendgewichtes bewirken, weil es großenteils nur an die Stelle von Wasser tritt, welches dafür in entsprechender Menge aus dem Körper sich ausscheidet. Mit dem Ansatz von Eiweiß aber erfolgt fast immer auch ein beträchtlicher Ansatz von Wasser, da das reine Fleisch und alle fettfreien oder fettarmen fleischigen Organe des Tierkörpers etwa zu $^3/_4$ aus Wasser und nur zu $^1/_4$ aus Eiweißsubstanz bestehen. Im Körper der sehr jungen, im raschen Wachstum begriffenen Tiere ist aber das Verhältnis des Wassers zur gesamten organischen Substanz ein noch weiteres, was wohl zu beachten ist, wenn man den Nähreffekt eines Futters bei jüngeren und älteren Tieren einfach nach der Zunahme des Lebendgewichtes beurteilen will.

Das Fett ist jedoch in der Milch nicht, ohne Störung des Nähreffektes, vollständig durch Kohlehydrate zu ersetzen; es ist bekanntlich das konzentrierteste aller Respirationsmittel und auch in dem Zustand, in welchem es in der Milch sich befindet, für die ersten Lebenstage und Wochen des Tieres besonders leicht verdaulich, wozu noch die große Schmackhaftigkeit der Milch bei normaler Beschaffenheit derselben hinzukommt. Es ist daher die natürliche Milch immer dasjenige Futter, von dessen Zusammensetzung man bei der Ernährung der Kälber auszugehen und welches man denselben wenigstens in den ersten 15 Lebenstagen möglichst unvermischt zu verabreichen hat. In der Milch von mittlerer Beschaffenheit ist das Nährstoffverhältnis 1 : 4,5, wenn man nämlich bei den stickstofffreien Bestandteilen das Fett (3,5 % der Milch) mit seinem Stärkemehl-Äquivalent (Faktor = 2,44) zu dem Milchzucker hinzurechnet; da aber die Zusammensetzung der Milch, namentlich deren Fettgehalt (von 2,0—5,0 %) nach Rasse und Individuum sehr wechselt, so ist auch das Nährstoffverhältnis ein sehr schwankendes, von 1 : 3,3 bis 1 : 5,5 und die Nährkraft sehr verschieden. Hierauf wird es großenteils beruhen, daß der Nähreffekt von einer gleichen Quantität Milch oftmals so verschieden ausfällt. Durchschnittlich erzielt man in den ersten 4—6 Lebenswochen des Kalbes mit 10 kg süßer Milch oder 1,25 kg Milch-Trockensubstanz 1 kg Zunahme des Lebendgewichtes, anfangs mit einer etwas geringeren, später mit einer größeren Quantität. Dies wird bestätigt durch die exakten, von Soxhlet in Wien mit Saugkälbern, unter Beihilfe des Respirationsapparates ausgeführten Versuche. Hierbei nämlich wurde in den ersten 2—3 Lebenswochen der Kälber 1 kg Gewichtszunahme derselben

produziert mit 1,04 kg Trockensubstanz der süßen Milch, und es ließ sich berechnen, daß die Gewichtszunahme, welche täglich im Durchschnitt 925 g betrug, zu 18,2 % aus Eiweißsubstanz, zu 17,1 % aus Fett, zu 3,6 % aus Asche und zu 61,1 % aus Wasser bestand. Von dem Fett sowohl als von dem Eiweiß der verzehrten Milch gelangten nicht weniger als 67—68 % der Gesamtmenge zum bleibenden Ansatz im Körper der jungen Tiere.

In den allerersten Tagen nach der Geburt ist es besonders wichtig, dem Kalb die Milch der eigenen Mutter zukommen zu lassen. Das sog. Kolostrum nämlich hat eine wesentlich andere Zusammensetzung als die später produzierte Milch, dasselbe enthält weit mehr Gesamt-Trockensubstanz, neben Kaseïn noch viel Albumin, dagegen relativ weniger Fett und namentlich Zucker; das Nährstoffverhältnis ist ein engeres, die Verdaulichkeit des Ganzen eine anscheinend größere. Diese Differenzen verschwinden aber sehr schnell, fast vollständig schon im Verlauf von 8 Tagen, bei größerer Milchergiebigkeit der Kuh rascher als bei quantitativ geringerer Milchproduktion, und nach dieser Zeit ist es für den Nährerfolg gleichgiltig, ob man die Muttermilch füttert oder Milch für die Kälber dem Sammelfaß entnimmt. Wenn man bei der Aufzucht Tiere von besonders guter Mastfähigkeit erzielen will, so empfiehlt es sich, die Ernährung der Kälber ausschließlich mit Milch längere Zeit (6 bis 8 Wochen) fortzusetzen, während bei späteren Milchtieren 3—4 Wochen genügen. Ein Kalb bedarf als tägliche Nahrung $^1/_6$—$^1/_8$, bei sehr reicher Ernährung (spätere Masttiere) $^1/_5$ des Lebendgewichtes an Milch.

Bei der Entwöhnung der Kälber, d. h. bei dem Übergang von der reinen Milchnahrung zu anderem Futter, muß man sorgfältig darauf achten, daß kein Rückschlag im ganzen Zustand der Tiere eintritt, diese vielmehr fortwährend gleichmäßig und befriedigend an Lebendgewicht zunehmen. Letzteres läßt sich nur erreichen, wenn man den Übergang von einer Fütterungsweise zur anderen ganz allmählich erfolgen läßt und für die Milch nach Verdaulichkeit, Nährkraft und Schmackhaftigkeit durchaus geeignete Surrogate auswählt. Vorzüglich geeignet hierzu sind anfangs gequetschte und gekochte Leinsamen, später Leinkuchen; aber auch andere schmackhafte Ölkuchen, namentlich Palm-, Erdnuß- und Kokosnußkuchen, sowie Hafer, Gerste, Malzkeime, Erbsenschrot ꝛc. kann man mit gutem Erfolg zu diesem Zweck verwenden, während man zu gleicher Zeit durch Verabreichung des feinsten und schmackhaftesten Wiesenheues die Tiere an Rauhfutter gewöhnt; Kleefütterung ist hierbei zu vermeiden. Wo man die Kälber bald auf eine gute, ihrem Gedeihen völlig zusagende Weide

treiben kann, wird sich freilich die Entwöhnung von der Milchnahrung leicht und ganz von selber machen; bei der Stallfütterung aber muß man in der betreffenden Periode zunächst noch dasselbe Nährstoffverhältnis einhalten, wie es durchschnittlich in der Milch vorhanden ist, oder doch erst gegen Ende der Entwöhnungszeit etwas erweitern. Dagegen kann man das Fett der ausschließlichen Milchnahrung ziemlich rasch vermindern, und großenteils durch eine entsprechende Menge von leichtverdaulichen Kohlehydraten ersetzen, ohne jedoch auch diesen Übergang zu sehr zu beschleunigen. Unter Beachtung der hier angedeuteten Regeln ist die völlige Entwöhnung der Kälber von der Milchnahrung in deren 9. oder 10. Lebenswoche oder noch früher beendet, und es müssen die Tiere alsdann im Alter von 10 Wochen bei mittelschweren Rassen ein Lebendgewicht pro Kopf von 75 bis gegen 100 kg erreicht haben.

Nach der Entwöhnung ist es rätlich, das Jungvieh noch eine Zeitlang ziemlich kräftig zu füttern und dabei ein Nährstoffverhältnis von 1 : 5 bis 6 einzuhalten, entsprechend der Ernährung auf einer guten Weide; es ist dies für die ganze spätere Entwickelung und Haltung der Tiere von günstigem Erfolg. Sobald aber die Tiere 4 bis 6 Monate alt sind, geht man allmählich zu einer mehr voluminösen, stickstoffärmeren, überhaupt weniger gehaltreichen Fütterungsweise über, wobei auch das saftige Wurzelfutter in größerem Maßstabe Anwendung findet. Um namentlich gute Milchkühe zu erzielen, darf die sehr intensive Fütterung der Kälber nicht zu lange fortgesetzt werden; wenn die Tiere frühzeitig zu viel Fett ansetzen, behalten sie diese Neigung auch für das spätere Alter und produzieren um so weniger Milch. Zu berücksichtigen ist hier auch die Haltung der jungen Tiere. Wird ihnen reichlich Bewegung im Freien gegönnt, so ist die Gefahr des zu starken Ansettens eine geringere und die Verabfolgung etwas reicherer Rationen nötig; bei ganz ruhiger Stallhaltung hat man sich sehr vor dem Überfüttern zu hüten. Man beobachte sorgfältig den Ernährungszustand, berücksichtige die individuelle Fähigkeit Fett anzusetzen und suche jeder Anmästung vorzubeugen. Es ist diesen Verhältnissen bei der Berechnung der im Anhang mitgeteilten Fütterungsnormen für wachsende Rinder nach Thunlichkeit Rechnung getragen worden.

Bei der Fütterung der Lämmer, welche im jugendlichen Alter verhältnismäßig noch rascher an Gewicht zunehmen als die Kälber, und bei ungenügender Fütterungsweise sehr leicht verkümmern, hat man besonders große Vorsicht zu beobachten. Es gilt dieses zunächst bezüglich der Auswahl des Rauhfutters während der Entwöhnungsperiode oder gleich nach derselben. Die Lämmer entwickeln

sich am besten auf einer guten Weide; im Stall muß ihnen das zarteste und schmackhafteste Wiesenheu dargeboten werden. Wenn dieses nur etwas grobstengelig ist oder durch nicht ganz günstige Erntewitterung an Schmackhaftigkeit verloren hat, so verzehren sie davon ein zu geringes Quantum und bleiben im Wachstum auffallend zurück. Schon bei mittlerer Beschaffenheit des Wiesenheues ist eine entsprechende Beigabe von Körnern, namentlich von Hafer oder einem noch stickstoffreicheren geeigneten Futtermittel, zu verabreichen. Auf der Versuchsstation in Hohenheim hat man junge Hammel der württembergischen Bastardrasse vom 5. bis zum 14. Lebensmonate teils sehr intensiv mit Körnern, teils ausschließlich anfangs mit vorzüglichem Wiesenheu, später mit Wiesengrummet gefüttert und hierbei in 5 verschiedenen Wachstumsperioden die Menge der wirklich verdauten Futterbestandteile genau bestimmt. Aus den Resultaten dieser Versuche haben wesentlich die Zahlenverhältnisse abgeleitet werden können, wie sie in der im Anhang mitgeteilten Tabelle der Fütterungsnormen aufgeführt sind; dieselben gelten für Tiere, welche bei mittlerer Feinheit der Wolle im ausgewachsenen Zustand ein Lebendgewicht von 45 bis 50 kg haben. Ganz ähnliches beobachtete auch Weiske in Proskau; normale Lämmer einer Southdown-Merino-Herde entwickelten sich fortwährend regelmäßig bei einem Futter, welches pro Tag und Kopf nach direkten Ermittelungen in folgender Weise sich gestaltete.

Alter der Tiere	Lebendgewicht	Organ. Substanz im Futter	Verdauliche Stoffe			Nährstoffverhältnis
			Eiweiß	Kohlehydrate	Fett	
Monate	kg	g	g	g	g	
5—6	23	665	79	376	16	1 : 5,3
7—9	30	780	86	427	17	1 : 5,5
10—12	35	820	82	429	19	1 : 5,8
13—15	39	850	81	445	21	1 : 6,2
16—24	47	950	73	492	24	1 : 7,6

Bei denselben Versuchen wurde auch der Ansatz von Mineralstoffen im Körper der Tiere genau bestimmt; es ergab sich als solcher pro Tag und Kopf, und zwar ebenso wie bezüglich der vorstehenden Zahlen, im Durchschnitt der Resultate von jedesmal zwei auf einander folgenden Versuchsperioden berechnet:

Alter der Tiere. Monate	Lebendgewicht kg	Angesetzt pro Tag und Kopf Kali g	Natron g	Kalk g	Magnesia g	Phosphorsäure g
5—6	23	2,04	0,84	1,56	0,12	1,09
7—9	30	2,89	1,05	2,00	0,32	1,65
10—12	35	3,05	0,81	1,81	0,38	2,50
13—15	39	2,65	0,72	2,07	0,35	3,14

Hiernach hat bei der Phosphorsäure bis zum Alter der Tiere von etwa 15 Monaten ein regelmäßig steigender Ansatz stattgefunden; von jedem der übrigen Mineralstoffe sind in allen Versuchsperioden pro Tag ziemlich gleiche Mengen im Körper angesetzt worden.

Über den Nährstoffbedarf der jungen Schweine, wenn dieselben später zur Zucht benutzt oder erst im ziemlich erwachsenen Zustand zur Mast aufgestellt werden sollen, sind mir keine genaueren Versuche bekannt. Für gewöhnlich aber füttert man die Schweine von der ersten Jugend an so reichlich, daß sie bei rascher Zunahme des Lebendgewichtes fortwährend in einem gemästeten Zustand sich befinden; die hierzu erforderliche Nährstoffmenge ist im folgenden Kapitel angedeutet. Erst vom vierten Monat ab ist bei den zur Zucht bestimmten Schweinen sorgfältig darauf zu sehen, daß sie nicht durch zu große Mast für den Zuchtzweck untauglich werden. Dies macht bei sehr leicht fett werdenden englischen Rassen mehr Schwierigkeiten als bei den robusteren Kreuzungen oder gar den Landrassen und ist ohne Gewährung ausreichender Tummelplätze oft nicht zu erreichen.

Bei der Fütterung des Jungviehes ist es mehr als bei irgend einem anderen Fütterungszweck wichtig, auch den Gehalt des Futters an mineralischen Nährstoffen zu beachten, zunächst an Phosphorsäure und Kalk. Wenn ein Kalb bis zum Schluß des ersten Lebensjahres ein Gewicht von 350 kg erreicht, so hat das Tier in seinem Körper, nach vorliegenden Untersuchungen, etwa 6750 g Phosphorsäure und 7500 g Kalk angesammelt, also durchschnittlich pro Tag 18,5 g von der ersteren und 20,5 g von der letzteren Mineralsubstanz. Ähnliche Mengen, nur in einem umgekehrten Verhältnis sind von diesen beiden Stoffen in 10 kg gewöhnlicher Kuhmilch enthalten, womit das Kalb vielleicht in seinen ersten Lebenswochen täglich gefüttert worden ist, nämlich 20,2 und 16,7 g. Es beträgt das angegebene Quantum der Phosphorsäure 30 bis oft über 50 % von dem Gesamtgehalt des im Verlaufe des ersten Jahres pro Tag verzehrten Futters an diesem Stoff, und im Körper des Säuglings wird bei ausschließlicher Ernährung mit

Milch daraus manchmal fast die ganze Menge der Phosphorsäure und des Kalkes angesetzt. Die Versuche ferner, welche in Proskau von Weiske und Wildt mit 5—6 Monate alten Kälbern ausgeführt wurden, ergaben pro Tag und Kopf einen Ansatz von 16,9 g Kalk und 21,6 g Phosphorsäure. Zugleich beobachtete man, daß aus einer Beigabe von präpariertem phosphorsaurem Kalk nur dann etwas assimiliert wird, wenn das sonstige Futter durch seinen Gehalt an verdaulichen Bestandteilen nicht genügt, um den Bedarf der Tiere an Kalk und Phosphorsäure bis zu jenem Betrage von beziehungsweise 17 und 22 g vollständig zu decken.

Wenn auch die Mineralstoffe der Milch so gut wie absolut verdaulich sind und unter Umständen im Tierkörper vollständig zum Ansatz gelangen können, so geschieht dies doch entschieden nicht bezüglich der Mineralstoffe anderer Futtermittel, und jedenfalls ist es klar, daß bei dem großen Bedarf der jungen, im raschen Wachstum begriffenen Tiere an Phosphorsäure und Kalk, daran im Futter ein gewisser Überschuß vorhanden sein muß, besonders in den ersten Lebensmonaten, wenn eine möglichst rasche und vollkommene Ausbildung des ganzen Knochensystems erfolgen soll und die Tiere ein nur geringes Gesamtquantum von Trockensubstanz in sich aufzunehmen imstande sind. Die jungen Rinder werden meist reichlich mit gutem Wiesenheu und Körnern gefüttert und alsdann wird nicht leicht ein Mangel an den genannten Mineralstoffen eintreten, da diese beiden Futtermittel in ihrem Gehalt daran sich gegenseitig ergänzen; in 1 kg Hafer z. B. sind durchschnittlich 6,8 g Phosphorsäure und nur 1 g Kalk, in 1 kg Wiesenheu aber 4,4 g Phosphorsäure und 9,8 g Kalk enthalten. Wenn jedoch viel Wurzel- und Körnerfutter neben mehr Stroh und Spreu als Heu verabreicht wird, dann fehlt es oftmals zunächst an Kalk, denn mit 1 kg Kartoffeln nehmen die Tiere 1,6 g Phosphorsäure und nur etwa 0,3 g Kalk, und mit 1 kg Sommerhalmstroh beziehungsweise 2,4 und 3,8 g von diesen Stoffen in sich auf. Unter solchen Umständen ist es rätlich, etwas geschlämmte Kreide, 10 bis 20 g täglich pro Kopf dem Futter beizumischen oder weiche Kalksteine zum beliebigen Ablecken den Tieren in geeigneter Weise vorzulegen. Sollte es außer an Kalk gleichzeitig auch an Phosphorsäure fehlen, so können beide Stoffe sehr zweckmäßig in der Form von chemisch präpariertem phosphorsaurem Kalk zugeführt werden, von welchem man aus direkten Versuchen weiß, daß er von Kälbern und Lämmern in solchen Fällen verdaut wird und namentlich auch bei Fohlen oft von sehr günstiger Wirkung ist.

Es ist immer wünschenswert, daß das Futter der jungen, von

der Milchnahrung entwöhnten Tiere zwei- bis dreimal so viel Phosphorsäure und Kalk enthält, als dem Minimum ihres Bedarfs zum Ansatz im Körper entspricht.

Die Mästung der Tiere.

Die Mästung der Tiere bezweckt die Bildung und den Ansatz ganz vorherrschend von Fett, weniger von Fleisch; von dem ersteren wird bei der Mast nach in England ausgeführten Untersuchungen fast 10 mal mehr im Tierkörper angesetzt, als von dem letzteren. Versuche von Kern und Wattenberg in Göttingen ergaben sogar, daß bei der Mästung volljähriger Hammel gar kein Fleisch, nur Fett sich ansammelte. Bei den betreffenden Untersuchungen waren aber die „mageren" Tiere schon in einem gut genährten, teilweise halb gemästeten Zustand; wenn dieses nicht der Fall ist, dann wird der Ansatz von Eiweiß (Fleisch), namentlich in der ersten Hälfte der Mästungszeit, ein verhältnismäßig größerer sein. Jedoch ist der Fleischansatz immer vorzugsweise bei jungen noch im raschen Wachstum begriffenen Tieren, in weit geringerem Grade dagegen bei dem eigentlichen Mastvieh vorhanden. Die allgemeinen Gesetze der Fleisch- und Fettbildung sind schon früher erörtert worden, und ich verweise auf das, was hierüber S. 24 ff. und S. 35 ff. gesagt ist. Nur auf einige besonders wichtige Punkte will ich hier noch aufmerksam machen.

Abgetriebene, an Fleisch und Fett arme Ochsen lassen sich nicht sofort und rasch mästen; sie müssen zu diesem Zweck zunächst in einen fleischigen, gut genährten Zustand versetzt werden. Um einen guten Ernährungszustand herbeizuführen, kann man z. B. den Ochsen 14 Tage oder drei Wochen lang vorherrschend Kleeheu mit mäßigem Zusatz von Getreideschrot und Ölkuchen (auch Branntweinschlempe, Biertreber, Malzkeime, Bohnenschrot rc.) verabreichen, so daß auf 1000 kg Lebendgewicht im täglichen Gesamtfutter etwa 2,5 kg verdauliches Eiweiß und 12,5 kg stickstofffreie Nährstoffe enthalten sind, das Nährstoffverhältnis also ein ziemlich enges = 1 : 5 sich gestaltet.

Nach dieser Vorfütterung beginnt dann erst die eigentliche Mästung der Tiere, wobei man vorläufig nicht die Menge der stickstoffhaltigen, sondern nur diejenige der stickstofffreien Nährstoffe, von 12,5 vielleicht bis auf 16,25 kg vermehrt, das Nährstoffverhältnis also wesentlich sich erweitert (1 : 6,5). Hierdurch wird bewirkt, daß der Strom von Zirkulationseiweiß und dessen Umsatz sich vermindert, davon und auch von dem im Futter zugeführten Eiweiß ein Teil

an den Organen zum bleibenden Ansatz gelangt. Gleichzeitig aber wird das aus dem Futter resorbierte oder im Körper neu entstandene Fett großenteils vor der Verbrennung geschützt und ebenfalls in den betreffenden Geweben angesetzt. Der Ansatz von Fett geschieht nämlich leichter in einem schon durch die Vorfütterung fleischig gewordenen Körper, als wenn derselbe verhältnismäßig arm ist an Organeiweiß. Es ist auch in Versuchen mit Hammeln von Pfeiffer und Kalb in Göttingen beobachtet worden, daß nach einem sehr eiweißreichen Futter eine mittlere Mastration mit ziemlich hohem Gehalt an leicht verdaulichen Kohlehydraten eine außergewöhnlich hohe und rasche Lebendgewichtszunahme bewirkt.

Sobald in den Tieren neben Fleisch auch schon ziemlich viel Fett sich angesammelt hat, nachdem etwa ein Drittel der ganzen Mästungszeit verflossen ist, wird es zweckmäßig sein, die Menge des Futtereiweißes bis auf etwa 3,0 kg allmählich zu erhöhen und also das Nährstoffverhältnis im Gesamtfutter zu verengen (1 : 5,5). Eine bedenkliche Steigerung des Stromes von Zirkulationseiweiß ist nicht zu befürchten, wenn bereits ziemlich viel Fett im Körper sich angesammelt hat. Das Futter von der hier angedeuteten Beschaffenheit ist als das eigentliche Mastfutter zu betrachten und unverändert längere Zeit hindurch zu verabreichen.

In der Praxis ist es oft gebräuchlich, gegen Ende der ganzen Mästungszeit den Tieren wiederum ein etwas stickstoffärmeres Futter darzubieten, indem man z. B. die bisher vielleicht verfütterten Ölkuchen oder sonstige stickstoffreiche Futtermittel durch Getreideschrot ersetzt. Es kann dadurch ein wesentlicher Vorteil erzielt werden, wenn das Gesamtfutter auf solche Weise, wie nicht selten der Fall sein möchte, an Schmackhaftigkeit gewinnt und vielleicht auch der Gehalt an verdaulichem Nährstoff sich erhöht. Ebenso wird möglicherweise durch das weitere Nährstoffverhältnis noch gegen Ende der Mästungszeit etwas Eiweiß zum Ansatz gebracht, ohne daß dabei die Fettmenge des Körpers eine Beeinträchtigung erleidet. Indes möchte es doch nicht rätlich sein, hierbei das Nährstoffverhältnis über 1 : 6 hinaus zu erweitern.

Die Vermehrung der Fettsubstanz im Futter, der Zusatz z. B. von Rüböl, bei Mastochsen 250 bis 500 g und bei Mastschweinen 30 bis 40 g pro Kopf und Tag, ist in direkten Versuchen manchmal von günstigem Erfolg gewesen für die rasche Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere, und zwar hauptsächlich dann, wenn das Nährstoffverhältnis ein engeres war. Aus den bereits erwähnten Gründen ist jedoch ein direkter Zusatz von Fetten in der Regel nicht zu empfehlen. Dennoch ist der Fettgehalt des Mast-

futters gewiß beachtenswert und eine entsprechende Erhöhung desselben zunächst bei engeren Nährstoffverhältnissen anzustreben, dies kann ohne besondere Kosten erreicht werden durch passende Verwendung von allerlei Ölkuchen, unter Umständen auch durch Zusatz kleinerer Mengen von Ölsämereien.

Bei der Mästung der Tiere ist es besonders wichtig, dieselben zur Aufnahme einer möglichst großen Quantität von nährstoffreichem und leichtverdaulichem Futter zu bestimmen, ohne die Verdauung und das Befinden der Thiere zu stören. Um letztere Klippe zu vermeiden, die Thiere nicht zu „überfüttern“, sind in Vorstehendem und später in den Normen nicht so große Nährstoffmengen empfohlen worden, wie sie wohl in mehreren Versuchen die höchsten Masterfolge erzielen ließen. Es dürfen eben nur Mittelzahlen angeraten werden, welche im Durchschnitt nicht nur einen befriedigenden Effekt der Ernährung garantieren, sondern auch von den Tieren der Regel nach ohne Schaden verarbeitet werden können. Immer aber ist im Auge zu behalten, daß meist die schnellste Mast auch die billigste ist.

Um die Tiere eventuell zu einer stärkeren Nahrungsaufnahme zu veranlassen, ist es äußerst wichtig, die Rationen ihnen schmackhaft zu machen. Zu diesem Zweck hat man das Futter passend zuzubereiten und dazu dient auch ein entsprechender Zusatz von Kochsalz. Auf solche Weise erzielt man durch Erhöhung der Schmackhaftigkeit des Futters oft große Vorteile, wenn auch die Verdaulichkeit und die eigentliche Nährwirkung eines bestimmten Quantums desselben nicht gesteigert wird (s. S. 102). Das Mastfutter kann freilich wegen seines großen Nährstoffgehaltes den Zusatz von ziemlich viel Salz vertragen, namentlich wenn es sich um die Verfütterung beträchtlicher Massen von Kartoffeln und von Rübenpreßlingen oder Diffusionsrückständen handelt; dennoch aber darf man die Salzgaben nicht zu sehr steigern, weil sonst, direkt durch das Kochsalz wie auch infolge der alsdann vermehrten Wasseraufnahme, eine geringere Ausnutzung des Gesamtfutters zu befürchten wäre (s. S. 29). Auch eine zu große Wässerigkeit des Futters ist zu vermeiden, wenn man bei der Mästung einen möglichst günstigen Erfolg zu erzielen wünscht; die Menge des Wassers gegenüber derjenigen der Trockensubstanz im Gesamtfutter sollte bei der Mästung des Rindviehes das Verhältnis von 4 bis 5 : 1, bei der Mästung der Schafe aber von 2 bis 3 : 1 nicht übersteigen.

Viele Mästungsversuche, welche in neuerer Zeit mit Schafen ausgeführt worden sind, z. B. auf den Versuchsstationen in Weende, Braunschweig, Dresden, Hohenheim &c., sprechen bei diesen Tieren um so mehr, je jünger sie sind, zu gunsten einer stickstoffreichen

Fütterungsweise. Nicht allein war dabei die Zunahme des Lebendgewichtes eine raschere als bei stickstoffärmerem Futter, sondern es ergab sich auch aus den Schlachtresultaten, daß im Körper der Tiere eine beträchtlich größere Menge von Talg und Fett sich angesammelt hatte (vergl. S. 39). Märcker wies in zahlreichen auf seine Veranlassung in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen nach, daß eine einseitige Steigerung der stickstoffhaltigen Nährstoffe, namentlich bei der Mästung von Hammeln sehr günstig auf die Lebendgewichtsproduktion wirkte und im Mittel sich doch entsprechenden Zulagen stickstofffreier Stoffe überlegen zeigte. Durch die Praxis wird dies oftmals bestätigt; bekanntlich ist z. B. Bohnenschrot, wenn man dasselbe neben Wiesenheu an starke Hammel bis zu 1 kg pro Tag verabreicht, für diese Tiere von vorzüglicher Mastwirkung. Im übrigen sind dieselben allgemeinen Regeln bei der Mästung der Schafe zu beobachten, wie bei der Mästung der Ochsen. Da aber die Schafe meistens schon bei dem Beginn der Mästung in einem guten Ernährungszustande sich befinden, so kann man häufig die betreffende Vorfütterung unterlassen, sowie auch von der anfangs etwas stickstoffärmeren (Nährstoffverhältnis etwa 1 : 5,5) zu der stickstoffreicheren Mastfütterung (1 : 4,5) rascher übergehen, die letztere also um so länger einhalten. Es ist hiermit jedoch nicht gesagt, daß nicht auch Futtermischungen mit etwas weiterem Nährstoffverhältnis (1 : 5 bis 6) einen guten Masterfolg bei Schafen äußern können. Das wichtigste Moment bei der Mästung ist immer, daß das Gesamtfutter hinreichend reichlich, leichtverdaulich und den Tieren schmackhaft ist.

Ein gutes Mastfutter der Schafe darf, wie schon erwähnt, keine zu wässerige Beschaffenheit haben; reichliche Mengen von Branntweinschlempe und selbst von Rüben verwerten sich bei diesen Tieren weniger gut, als bei der Mästung von Ochsen. Dagegen läßt sich schon bei der Verfütterung von Kartoffeln zwischen Trockensubstanz und Wasser im Gesamtfutter das günstigere Verhältnis von 1 : 2 bis 3 herstellen. Am besten ist der Masterfolg, wenn neben gutem Wiesenheu geeignete Arten von Körnerschrot oder Körnerabfällen verabreicht werden.

Die Schafe können im Verhältnis zu ihrem Lebendgewicht etwas mehr Gesamt-Trockensubstanz in sich aufnehmen und auch ein intensiveres Futter vertragen, als die Ochsen. Im allgemeinen aber wird man bei beiden Tiergattungen am meisten Vorteil erzielen, wenn das tägliche Mastfutter, auf 1000 kg Lebendgewicht im Beginn der Mästung berechnet, eine Nährstoffmenge im ganzen von etwa 18 kg enthält; alsdann werden durchschnittlich unter sonst

günstigen Verhältnissen 100 kg Gesamtnährstoff bei den Hammeln 10—12 kg, bei den Ochsen vielleicht noch etwas mehr Gewichtszunahme bewirken. Hinsichtlich des Futterkonsums aber und hinsichtlich der Nährwirkung des aufgenommenen Futters verhalten sich die einzelnen Schafrassen wesentlich verschieden; die stärkeren Rassen, namentlich die englischen, haben meist eine größere Mastfähigkeit als die kleineren und feineren Rassen, wenn auch das Verdauungsvermögen, bei gleichem Alter und sonst ganz gesundem Zustand der Tiere ziemlich dasselbe ist (vergl. S. 95). Daß namentlich die Southdown-Hammel sich leichter und rascher mästen als die Merino-Hammel auch die Rambouillet-Negretti besser als die reinen Negretti's, wurde durch direkte Versuche in Weende, Dresden und Proskau bestätigt.

In einem Alter von 1½—3 Jahren lassen sich die Hammel am vorteilhaftesten mästen. Zwar nehmen dieselben in ihrem ersten Lebensjahr, wie alle jungen, im raschen Wachstum begriffenen Tiere, bei kräftigem Futter und auf gleiches Nährstoffquantum bezogen, um ebensoviel und noch mehr an Körpergewicht zu, als die etwas älteren Tiere; es ist jedoch eine besondere und günstige Marktlage erforderlich, wenn sich der Landwirt bei Lämmermast besser stehen soll. Wenn die Hammel schon völlig ausgewachsen, vielleicht über vier Jahre alt zur Mast aufgestellt werden, dann setzt sich in ihrem Körper an Nieren und Eingeweiden freilich leicht eine große Masse von Talg an, aber das Fleisch hat nicht die schmackhafte Beschaffenheit, wie von etwas jüngeren gemästeten Tieren.

Die Mastschafe nehmen gewöhnlich nach der Schur schneller an Lebendgewicht zu, als unmittelbar vor der Schur. Auch beobachtete Stohmann in Braunschweig, daß, während vor der Schur das stickstoffreichere Futter eine entschieden günstigere Wirkung äußerte, als das stickstoffärmere, nach der Schur die Differenzen der beiderlei Fütterungsweise bezüglich der Zunahme des Lebendgewichtes fast ausgeglichen und nur in den Schlachtresultaten schließlich noch zu erkennen waren. Die raschere Gewichtszunahme nach der Schur ist zunächst einfach bedingt durch den alsdann fast immer gesteigerten Appetit der Tiere, also durch den täglichen Mehrverzehr bei gleichbleibender Qualität des Futters. Aber auch bei fast gleichem Futterkonsum war wenigstens in einem Versuch von Henneberg in Weende die Gewichtszunahme nach der Schur eine größere als vor derselben. Da in diesem Versuch nach der Schur in bemerkenswerter Weise ein verminderter Verbrauch an Tränkwasser sich ergab, so kann hierdurch eine bessere Ausnutzung des Futters, ein erhöhter Ansatz von Körpermasse bedingt gewesen sein (vergl. S. 29 und 45), obgleich nach Kern und Wattenberg der Stickstoffumsatz nur in den

ersten Tagen nach der Schur etwas vermindert ist, vermutlich, weil alsdann etwas mehr Stickstoff in Form von Wolle angesetzt wird. Auch Weiske fand in Proskau unter ähnlichen Verhältnissen eine verminderte Wasseraufnahme, dagegen war der Ansatz im Körper anscheinend nicht gesteigert; es wurde vielmehr nach dem Scheren der Tiere ein um über 5% vermehrter Stickstoffumsatz und dem entsprechend ein beträchtlich verminderter Fleischansatz beobachtet, was freilich einen etwa gesteigerten Fettansatz nicht ausschließt. Die Verdauung des Futters war vor und nach der Schur völlig gleich, so daß wohl nur die erhöhte Freßlust der Tiere nach der Schur für die Gestaltung eines vorteilhafteren Mastresultates in Betracht kommen kann.

In den für Mastschweine aufgestellten Fütterungsnormen lasse ich das Nährstoffverhältnis mit dem Fortschreiten des Mästungszustandes der Tiere nach und nach sich erweitern. Die etwas weiteren Nährstoffverhältnisse haben sich für die Mästung der Schweine überhaupt und namentlich gegen Ende der Mästungszeit bewährt, indem dabei der Speck eine festere Beschaffenheit und bessere Qualität annimmt und die Tiere auch nicht so leicht Krankheiten ausgesetzt zu sein scheinen, als wenn man sehr stickstoffreich füttert.

Wenn die Schweine im mageren, aber ziemlich ausgewachsenen Zustand zur Mast aufgestellt werden, so verzehren sie in der ersten Zeit eine überaus große Masse von Futter, auf 1000 kg Lebendgewicht täglich bis über 40 kg an Trockensubstanz, und sie nehmen dem entsprechend rasch zu an Körpergewicht; mit dem Übergang aber in den fetten Zustand vermindert sich der Konsum immer mehr und schließlich ist derselbe kaum ein so großer, wie bei den Masttieren aus der Klasse der Wiederkäuer. Diese Erscheinung ist noch auffallender, wenn man die Schweine, wie es meistens geschieht, von ihrer ersten Jugend an, sobald sie von der Muttermilch entwöhnt sind, fortwährend bei voller Mastfütterung erhält, und damit im ersten Lebensjahr derselben ein Lebendgewicht von vielleicht 150 kg pro Kopf oder noch mehr erzielt. Alsdann kann man, wenn das Futter ein durchaus geeignetes ist und die Tiere hinreichend mastfähigen Rassen angehören, mit durchschnittlich 400 kg Trockensubstanz im Futter 100 kg Zunahme des Körpergewichts produzieren, in den ersten Monaten mit 3—400, in den späteren mit 4 bis 500 kg, wie dies in Weidlitz, Kuschen, Pommritz, Hohenheim, auch in Dänemark (von Fjord) ausgeführte Versuche gezeigt haben. Ältere Tiere dagegen, die eigentlichen Speckschweine, bedürfen zu einer gleichen Produktion entsprechend mehr Trockensubstanz im Futter.

Bezüglich der im Anhang für Schweine mitgeteilten Fütterungs-

normen, welche aus den Resultaten direkter Versuche abgeleitet worden sind, ist zu erwähnen, daß die darin angedeutete ziemlich stickstoffreiche Fütterung in den ersten Lebensmonaten, wenn auch an sich die rascheste Gewichtszunahme bewirkt, doch insofern etwas bedenklich erscheint, als dadurch ein Überfressen der Tiere und allerlei Krankheitszustände, namentlich Lähmungserscheinungen leichter herbeigeführt werden, als wenn das Futter ein stickstoffärmeres ist. Der größeren Sicherheit wegen möchte es daher manchmal rätlich sein, die angegebenen Mengen von Eiweiß im Futter etwas zu vermindern und gleich anfangs ein Nährstoffverhältnis von 1 : 4,5 oder 1 : 5 einzuhalten, dieses aber vom 6. Lebensmonat an nach und nach bis auf schließlich 1 : 6,5 zu erweitern. Bei ziemlich ausgewachsenen Schweinen oder gegen Ende der Mast kann das Nährstoffverhältnis im Futter, wenn dieses nur hinreichend leicht verdaulich und schmackhaft ist, ein noch weiteres sein, nämlich 1 : 8 und und selbst 1 : 10, und damit noch eine gute Zunahme des Lebendgewichtes der Tiere erzielt werden, wie Versuche in Hohenheim mit Beigabe von reinem Stärkemehl zu Gersteschrot beweisen und ebenso neuere Versuche in Göttingen von Henneberg und F. Lehmann mit Beigabe von Rohzucker zu einem an sich schon guten Mastfutter (s. u.).

Zur Erhaltung einer guten Gesundheit der Tiere trägt wesentlich bei, wenn man dem Futter täglich eine kleine Menge von geschlämmter Kreide (8 bis 10 g pro Kopf) oder auch nur von ausgelaugter Holzasche hinzufügt. Ein derartiger Zusatz sollte bei jungen Mastschweinen im ersten Lebensjahr niemals unterlassen werden, da das Futter ganz gewöhnlich zwar reich ist an Phosphorsäure, aber verhältnismäßig wenig Kalk enthält. Auch ein Zusatz von Kochsalz, 6 bis 10 g pro Tag und Stück, darf nicht fehlen.

Man kann bekanntlich mit sehr verschiedenen Futtermitteln die für den jedesmaligen Fütterungszweck als richtig erkannten Nährstoffmengen und Nährstoffverhältnisse herstellen. Die passendste und vorteilhafteste Auswahl hierbei zu treffen, ist zunächst Sache der praktischen Erfahrung. Bezüglich der Mastschweine will ich nur daran erinnern, daß besonders Gersteschrot, Maisschrot und Erbsenschrot, letzteres auch im Gemenge mit gedämpften Kartoffeln als sehr wirksam sich bewährt hat, während Haferschrot und Kleien bei reichlicher Verfütterung von weit geringerem Erfolg gewesen sind. Jedoch kann man ein an sich weniger zusagendes Futter für die Schweine gedeihlicher machen durch mäßigen Zusatz von Schlickermilch und von Molken. Die Molkerei-Abfälle verdienen überhaupt zur Verbesserung von Futtermischungen für die Mastschweine große Beachtung; Henry auf der Versuchsstation in Wisconsin fand, daß bei Mastschweinen,

wenn diese ausschließlich Kornfutter (Mais, Erbsen 2c.) erhielten, davon zur Produktion von 100 kg Lebendgewicht 552 kg erforderlich waren, daß aber dieses Futter mit gleichem Erfolge bis zur Hälfte und selbst zwei Drittel durch süße Molken (mit 6,1 % Trockensubstanz und Nährstoffverhältnis = 0,8 : 5,26 oder 1 : 6,6) in dem Verhältnis von 100 : 760 (Trockensubstanz = 106 : 54) ersetzt werden konnte. In Versuchen mit Schweinen von Fjord in Dänemark ergaben sich freilich erst 1200 kg Molken als äquivalent mit 100 kg Gerste- oder Roggenschrot. Auch das so leicht verdauliche Fleischmehl (vergl. S. 149) ist namentlich als Beigabe zu einem sonst stickstoffarmen Futter zu empfehlen. Ähnlich günstig wie die Molken (Milchzucker) scheint der Rohzucker aus den Rübenzuckerfabriken zu wirken und es könnte vielleicht von nationalökonomischer Bedeutung sein, wenn dieser Zucker für landwirtschaftliche Zwecke, zunächst für die Verwendung als Futter der Mastschweine von der Steuer befreit und somit beträchtlich billiger in den Handel geliefert würde. Übrigens gilt es heut für vorteilhaft, den Zucker in Form von Melasse zu geben. In den auf der Versuchsstation Göttingen und zugleich nach einem bestimmten Plane von einer Anzahl hannöverscher Landwirte ausgeführten Versuchen wurde bei Schweinen durchschnittlich mit 3 kg Zucker (drittes Produkt) 1 kg Lebendgewicht produziert, wenn zu dem bisher verabreichten bewährten Mastfutter noch so viel an Zucker hinzugesetzt wurde, als die Tiere ohne größere Rückstände zu lassen oder Verdauungsstörungen zu erleiden, verzehren wollten, nämlich bei älteren Tieren 0,5 bis 0,75 und in einzelnen Fällen sogar 1,4 kg pro Kopf und Tag. Hiermit erreicht man, daß eine bedeutend größere Menge von Gesamtnährstoff pro Tag aufgenommen und damit die Mast beschleunigt, also auch die Zunahme des Lebendgewichtes mit einer bedeutend geringeren Menge von sonstigem Futter bewirkt wird. Bei den Schweinen wirkt der Zucker gleichsam appetiterregend; sie nehmen ihn gerne auf und vertragen ihn auf die Dauer auch recht gut, während nach Maerckers Beobachtungen dies bei Kälbern nicht der Fall ist und auch bei Hammeln der Erfolg einer Beigabe von Zucker zum Mastfutter sehr gering und wenig ermutigend war, um damit weitere Versuche anzustellen. Weizenkleien und mehr noch Roggenkleien sind für die Mästung der Schweine manchmal weniger befriedigend gefunden worden, z. B. in (vergl. S. 140) mehrjährigen Versuchen von Friis und Petersen. Die Kleie zeigte für Schweine einen bedeutend geringeren Futterwert als Getreideschrot; auch war die Qualität des Produktes eine geringere und der Schlachtverlust ein größerer (25 bis 27 anstatt 22—23 % des Lebendgewichtes).

Bemerkungen zu den im Anhang mitgeteilten Tabellen.

I. Tabelle über Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Futtermittel.

In dieser Tabelle handelt es sich ausschließlich um Mittelzahlen, welche keineswegs als durchaus feststehend und unter allen Umständen anwendbar betrachtet werden dürfen; sie sind jedoch unentbehrlich, zunächst für allgemeine und vergleichende Berechnungen, wie sie in der Landwirtschaftslehre so häufig vorkommen, um über die durchschnittlichen Betriebsverhältnisse größerer Komplexe, von ganzen Gütern oder Landschaften einen klaren Überblick zu gewinnen. Man bedarf hierzu einer festen oder doch nur allmählich mit den Fortschritten der Wissenschaft sich ändernden und zu berichtigenden Grundlage, über welche man sich einigen muß, damit man nicht wiederum zu jener Unsicherheit und Verwirrung zurückkehrt, welche in früheren Zeiten herrschte, als noch jeder landwirtschaftliche Schriftsteller für Futter und Fütterung nach Gutdünken oder einseitiger Erfahrung seine besonderen Wertverhältnisse annahm und als Basis für die betreffenden Berechnungen benutzte. Die Mittelzahlen sind ferner wichtig, wie bereits mehrfach (S. 181) angedeutet worden ist, weil sie ein rasches und oft genügendes Urteil über die verschiedenen Futtermittel gewähren, die richtigeren Ernährungsverhältnisse klar erkennen lassen, und auch in allen speziellen Fällen als Anhalt und als Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen und Erwägungen dienen können. Im einzelnen ist zu der vorliegenden Tabelle folgendes zu bemerken:

In den Stäben, welche die Rohnährstoffe betreffen, sind die Zahlen für Asche- und Wassergehalt fortgelassen, dafür der Gehalt an gesamter Trockensubstanz angegeben worden. Die Zahlen für die ersteren beiden Komponenten der Futtermittel werden nie bei Berechnung der Rationen gebraucht und will man den Einfluß der sehr wässerigen Futtermittel veranschlagen, so genügt die leichte Schätzung aus dem Trockengehalt auf abgerundete ganze Zahlen.

Die Zahlen über „Amid“ im zehnten Stabe der Tabelle geben den Gehalt an Stickstoff des „Nichteiweißes“ multipliziert mit 6,25 an; abgezogen von den Zahlen des sechsten Stabes „stickstoffhaltige Stoffe“ (verdauliche) giebt den Gehalt an verdaulichem Eiweißstickstoff, ebenfalls mit 6,25 multipliziert. Man ist dadurch imstande, die Rationen auf ihren Amidgehalt zu kontrollieren und ein zu großes Überwiegen der Amide zu vermeiden.

Wie die Amide von den stickstoffhaltigen Nährstoffen ist von den verdaulichen stickstofffreien Stoffen die Rohfaser im elften Stabe

besonders angegeben worden. Zieht man die Zahlen des elften von denen des achten Stabes ab, so erhält man den verdaulichen Teil der stickstofffreien Extraktstoffe.

Um eine rasche Orientierung über die „Nährkraft“ eines Futtermittels (d. h. die Summe im Tierkörper entwickelter chemischer Spannkraft; dynamisches Äquivalent) zu ermöglichen, ist im neunten Stabe der Tabelle die Summe aller verdaulichen Nährstoffe beigefügt worden. Dieselbe bezieht sich auf das als Krafteinheit angenommene Prozent Stärke. Da bekanntlich die Eiweißstoffe im Tierkörper sehr annähernd dieselbe, die Fettstoffe jedoch etwa 2,4 mal so viel Kraft frei werden lassen als das gleiche Gewicht Kohlehydrate, und um ferner die mindere Nährwirkung der Cellulose wenigstens in annähernder Weise zu veranschlagen, wurde die „Summe der Nährstoffe“ nach dem Ansatz berechnet: Proteïn + 2,4 mal Fett + stickstofffreie Extraktstoffe + $^1/_2$ Cellulose. Hierin liegt die Erklärung für die vielfach zuerst befremdende Angabe, daß sehr fettreiche Futtermittel, z. B. Ölsamen, über 100 % „Nährstoffe“, d. h. Krafteinheiten, enthalten.

Von nur sehr relativem Werte ist der letzte Stab der Tabelle, welcher den Preis der Futtermittel angiebt. Die Zahlen können nur sehr ungefähr richtig sein und einigen Wert bei vergleichsweiser und kritischer Benutzung besitzen. Der Preis eines Futtermittels, soweit er nicht durch Zufälle der Marktlage noch in besonderer und unberechenbarer Weise beeinflußt wird, bezieht sich bekanntlich auf den „wirtschaftlichen“ Wert der Futterstoffe. Letzterer ist das Facit zweier Faktoren: der Gedeihlichkeit (Bekömmlichkeit) für die Tiere und des Nährwertes. Nur der Nährwert läßt sich nach der chemischen Zusammensetzung veranschlagen, und wurde bei der Preisberechnung ein Wertverhältnis der verdaulichen Stoffe angenommen von Proteïn: Fett: stickstofffreien Extraktstoffen: Rohfaser = 3 : 2,5 : 1 : 0,5. Bezüglich Fett- und Proteïnstoffen ist dieses von Wolff angenommene Verhältnis nicht geändert worden, da eine volle Einigkeit an maßgebenden Stellen über eine Abänderung desselben noch nicht erreicht ist. Bemerkt sei jedoch hier, daß für Berechnung der Entschädigungsansprüche bei Lieferung von Futtermitteln unter garantiertem Gehalt bei den meisten landwirtschaftlichen Versuchsstationen des Westens ein gleicher Wert von Proteïn und Fett angenommen wird.

Um die Gedeihlichkeit wenigstens auch etwas zu berücksichtigen, ist von der (freilich oft nicht zutreffenden) Annahme ausgegangen worden, daß sie bei den einander näher stehenden Futtermitteln die gleiche sei. Von den verschiedenen Futtermittelgruppen wurde der Preis

von einem oft gehandelten Futtermittel, wie er nach neuzeitlichen Marktverhältnissen als angemessen erachtet werden kann, als Grundlage für die Berechnung der darin enthaltenen Nährstoffeinheit verwendet und letzterer Preis direkt auf die Nährstoffeinheiten der anderen Futtermittel übertragen. So ist die Wertberechnung der Futtermittelgruppen I bis VI auf den Preis von im Anfang des Blühens geerntetem Wiesenheu aus guten Gräsern bezogen worden (100 kg = 3,5 M, die N. E. [Nährstoffeinheit, Kiloprozent] = 6,3 Pf.); Gruppe VII auf den Kartoffelpreis (N. E. = 7,7 Pf.); VIII[a] auf den Roggenpreis (N. E. = 12,1 Pf.); VIII[b] auf den Bohnenpreis (N. E. = 10,7 Pf.); VIII[c] auf Rapssamen (N. E. = 11,35 Pf.); VIII[d] ist besonders behandelt; IX[a] auf Roggenkleie (N. E. = 10,4 Pf.); IX[bcd] auf Malzkeime (N. E. = 7,7 Pf.); IX[e] auf Rapskuchen (N. E. = 8,1 Pf.); X auf Fleischmehl (N. E. = 8,3 Pf.) resp. Kuhmilch (N. E. = 31,65 Pf.).

Es muß hier darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch durch diese vergleichsweise Berechnung, in erster Linie bei den Rauhfutterstoffen, der wirkliche wirtschaftliche Wert leider recht ungenau getroffen wird. Besonders, wo es sich um die Fütterung sehr empfindlicher Tiere (hochgezogene Rassen, tragende, junge Tiere) handelt, tritt der Faktor „Gedeihlichkeit" so in den Vordergrund, daß er bei weitem vorwiegend ausschlaggebend wirkt. Fast nie wird z. B. der Landwirt für Wiesenheu 4. Klasse die Preise anlegen können, die in der Tabelle angegeben sind, trotz zum Teil hoher Nährkraft. Es hätte sich jedoch nicht empfohlen, diesem Umstande durch subjektive Schätzung Rechnung tragen zu wollen, weil eben unter verschiedenen Verhältnissen die Gedeihlichkeit verschieden berücksichtigt werden muß.

Erwähnt sei noch, daß in dieser Beziehung auch die Menge des verabreichten Futterstoffs eine große Rolle spielt. Je größere Portionen davon gegeben werden, desto nachteiliger fallen die diätetisch ungünstigen Eigenschaften in die Wagschale, während bei sehr kleinen Portionen fast nur die Nährkraft die wirtschaftliche Verwertung bestimmt. 100 Kilo Kartoffeln verwerten sich in sonst richtiger Mischung bei Verabfolgung von einem Hundertstel des Lebendgewichts der Tiere wohl höher als zu 2 M, bei Verabfolgung von einem Zwölftel des L. G. jedoch wohl stets viel niedriger.

Bei Benutzung der Preisangaben ist demnach festzuhalten, daß sie innerhalb jeder Gruppe „Nährwerts-Verhältnisse" darstellen und der wirtschaftliche Wert daher im besonderen Falle noch besonders zu veranschlagen ist.

Bei den großen Schwankungen in der Zusammensetzung der

Futtermittel sollen die in der Tabelle enthaltenen Zahlen auch den Zweck haben, eine Handhabe zur Einschätzung des Nährstoffgehalts im speziellen Falle zu liefern. Letzteres gilt in erster Linie von den in der Landwirtschaft selbst produzierten Futtermitteln; die sog. käuflichen Futtermittel sollten stets nach „Garantie" (Proteïn und Fettstoffe) gekauft werden.

Um genannte „Einschätzung" zu erleichtern, ist nach Möglichkeit von den Qualitätsbenennungen „gut", „mittel" 2c. abgesehen worden, da dergleichen Bezeichnungen erfahrungsgemäß an verschiedenen Orten ein sehr verschiedener begrifflicher Inhalt beigelegt wird. Dafür wurde versucht, durch mehr objektive Angaben die Qualität der Futtermittel zu kennzeichnen, z. B. Alter der Pflanzen, Vollkörnigkeit des Samens 2c.

Bei den Rauhfutterstoffen (exkl. Stroh und Hülsen), besonders bei den einzelnen Pflanzen, ist stets, wenn keine andere Bezeichnung beigefügt ist, angenommen worden, daß sie gleich nach Eintritt in volle Blüte geerntet wurden. Um den wichtigen Einfluß des Vegetationsstadiums bei der Einschätzung annähernd berücksichtigen zu können, ist derselbe in einigen Fällen durch mehrere Analysen desselben Futters „jung", „reif" und „alt", d. h. vor, in und nach der Blüte, charakterisiert worden.

Beachtenswert ist, daß man in den Blättern, zunächst der sog. Blattpflanzen, in gleicher Vegetationsperiode und bei gleichem Wassergehalt meistens mehr, oft doppelt und dreimal so viel Rohproteïn findet, als in den Stengeln, während die Rohfaser ein umgekehrtes Verhalten zeigt und die Menge der stickstofffreien Extraktstoffe nicht so bedeutend differiert. Je mehr daher die äußeren Verhältnisse die Entwickelung der Blätter und zarten Triebe begünstigt oder auch die Zerstörung und das Abfallen derselben verhindert haben, desto wertvoller ist im allgemeinen das betreffende Futter.

Ein wesentliches Moment für die Güte des Futters ist auch die Beschaffenheit des Bodens, weil Kraft und Reichtum des letzteren auch mit einem mehr oder weniger üppigen Wachstum der Pflanzen, mit der Entwickelung von Schossen, Trieben und Blättern in einem direkten Zusammenhange stehen. Ein leichter Sandboden liefert gewöhnlich in Rauh- und Grünfutterarten (auch in Körnern und Wurzeln) weniger stickstoffreiche Produkte, als ein schwerer Thonboden, wenn auch die letztgenannten Futterarten von leichteren Böden oft durch größeres Aroma oder erhöhte Schmackhaftigkeit sich auszeichnen. Ein nasser, saurer und mooriger Boden wirkt in dieser Hinsicht besonders nachteilig.

Ferner lag bei der Feststellung der Zahlen der Tabelle die An-

nahme zu Grunde, daß keine belangreiche Düngung zu der Frucht gegeben wurde, keine Schädigung durch anormales Wetter, besonders Erntewetter, erfolgte und, vorzüglich bei den Gräsern, kein geiles Wachstum durch starke Wässerung resp. verkümmertes Wachstum durch große Dürre hervorgerufen wurde. Bei sehr reicher Stickstoffdüngung (Kompost, Jauche) kann gegenüber den Zahlen der Tabelle der Proteïngehalt der Rauhfutterstoffe um 20—25 %, der Rohfasergehalt bis 10 % höher angenommen und der Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen dafür erniedrigt werden. Die Verdaulichkeit der Nährstoffe wird sich dabei kaum ändern. Stark beregnetes Gramineenheu ist in den Proteïnstoffen bis 20 %, in den stickstofffreien Extraktstoffen bis 10 % niedriger zu schätzen und die Rohfaser entsprechend zu vermehren; die Verdaulichkeit kann dann bei Proteïn bis 8 %, bei stickstofffreien Extraktstoffen bis 10 % und der Rohfasser 4 % niedriger angenommen werden. Die kleeartigen Gewächse zeigen nach langem Beregnen (auch ohne Schimmelbildung) leicht eine geringe Vermehrung des Proteïns, es sinkt fast allein der Gehalt an den stickstofffreien Stoffen um 20—25 % und die Rohfaser wird entsprechend vermehrt. Gehaltloses Rieselwasser vermehrt bei den Gräsern die Rohfaser und erniedrigt den Proteïngehalt bis 20 %, den Gehalt an stickstofffreien Stoffen bis 6 %, üppiges Wachstum vorausgesetzt.

Bezüglich der Hackfrüchte sei hervorgehoben, daß der Trockengehalt der Kartoffeln stets durch Bestimmung des spezifischen Gewichts ermittelt werden sollte. Durch direkte Mistdüngung kann der Proteïngehalt bis 30 % gesteigert werden.

Der Gehalt der Cerealiensamen ist leider auch sehr von der Witterung während des Pflanzenwachstums abhängig. Eine Einschätzung dieses Einflusses ist sehr schwer und daher zu einer Analyse zu raten, wenn die Samen in größeren Mengen verfüttert werden.

f) Noch viele besondere Ursachen können beträchtliche Schwankungen in der Zusammensetzung einer und derselben Futterart bewirken, z. B. sonnige oder schattige Lage von Feld und Wiese, dichter und weiter Stand der Pflanzen, überhaupt die ganze Kulturmethode, auch die Varietät, namentlich bei den Wurzelgewächsen, ferner die Art und Weise der Ernte, sowie die Methode und die Dauer der Aufbewahrung. Man kann bei Futterberechnungen unmöglich alle diese einzelnen Momente in bestimmten Zahlenverhältnissen fixieren; man wird sich meistens begnügen müssen, im speziellen Falle die Richtung zu erkennen, in welcher die einem bestimmten Zweck dienende Futtermischung vielleicht zu verändern ist, um damit einen möglichst lohnenden Erfolg zu erzielen. Übrigens hat man immer mehr die

Notwendigkeit erkannt, weitere Futteranalysen auszuführen mit ganz bestimmter Rücksichtnahme auf die jedesmalige Beschaffenheit des untersuchten Materials. Auch sind derartige umfassende Untersuchungen bereits an mehreren Orten, ganz besonders auf der Versuchsstation zu Halle unter Maerckers Leitung gemacht worden.

Man hat häufig darauf hingewiesen, daß den käuflichen Futtermitteln auch ein gewisser Düngerwert zukomme und daß dieser bei der Feststellung des gesamten Gebrauchswertes der ersteren zu berücksichtigen sei. In den konzentrierten Handelsdüngern kann man den durchschnittlichen Geldwert von 1 kg Stickstoff zu 1,10 M, von 1 kg Phosphorsäure zu 0,50 M und von 1 kg Kali zu 0,20 M annehmen. Da aber bei dem Verbrauch der Futtermittel im Ernährungsprozeß und ebenso bei der Ansammlung des unter ihrem Einfluß produzierten Stallmistes immer ein größerer oder geringerer Verlust stattfindet, so hat man vorgeschlagen, den Düngerwert von Stickstoff um die Hälfte, von Phosphorsäure und Kali um ein Drittel zu vermindern, so daß 1 kg der betreffenden Stoffe zu beziehungsweise 0,55 M, zu 0,33 und 0,14 M anzusetzen wäre. Wenn daher z. B. in den Rapskuchen 5,05 % Stickstoff, 2 % Phosphorsäure und 1,3 % Kali enthalten sind,*) so würde der Düngerwert in 100 kg dieses Futtermittels auf 3,56 M sich berechnen und der Futterwert in Geld pro 100 kg nur auf 9,50 — 3,56 = 5,94 M zu stehen kommen.

Hierbei ist jedoch zu beachten, daß Futterwert und Düngerwert auf ganz verschiedenen Grundlagen beruhen und daß bei der Beurteilung des Gebrauchswertes eines Futtermittels in erster Linie und zunächst ausschließlich der Futterwert in Betracht kommt. Es ist durchaus bedingt durch die jedesmaligen Verhältnisse, welche allerdings in Erwägung gezogen werden müssen, ob außerdem irgend eine Düngwirkung in Geld sich berechnen läßt. Eine allgemeine, auch nur annähernd zutreffende Norm für eine solche Berechnung zu geben, ist nicht wohl möglich.

II. Tabelle über die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futtermittel.

In dieser Tabelle sind die Resultate von direkten Fütterungsversuchen zusammengestellt, soweit es sich dabei um die Verdaulichkeit der einzelnen Futtermittel handelt. Im ganzen konnte ich die Ergebnisse von etwa 800 bis 1000 Einzelversuchen benutzen, von denen

*) S. die Tabelle über Stickstoffgehalt und Aschenbestandteile von landwirtschaftlichen Produkten in dem Mentzel-Lengerke'schen Landw. Kalender und in meiner „Praktischen Düngerlehre“, 12. Aufl. 1892, S. 238 ff.

reichlich 600 mit Schafen, die übrigen mit Ochsen, Kühen, Ziegen, Schweinen und Pferden ausgeführt wurden. Die Tabelle liefert die Belege für die Erörterungen, welche in dieser Schrift S. 81 bis 103, sowie bei der Charakteristik der einzelnen Futtermittel angestellt wurden, und das dort Gesagte giebt auch Aufklärung über die Ursachen, durch welche die großen Schwankungen der Verdauungs-Koëffizienten bei einer und derselben Futterart bedingt sind. In dieser Hinsicht ist ebenfalls auf den Einfluß der bei Tabelle I angedeuteten äußeren Verhältnisse auf die Beschaffenheit der Futtermittel und deren prozentigen Gehalt an Rohnährstoffen zu verweisen.

Überall habe ich in der Tabelle die Anzahl der Einzelversuche erwähnt, aus deren Ergebnissen die aufgeführten Mittel-, sowie die Minimal- und Maximalzahlen abgeleitet worden sind. Jedoch ist dieses für die Mittelzahlen in der Weise geschehen, daß die zu einer und derselben Sorte eines bestimmten Futtermittels gehörenden Einzelversuche zusammengefaßt und erst die Durchschnittsresultate derselben als Grundlage der weiteren Berechnung benutzt wurden. Es schien dies geboten zu sein, schon aus dem Grunde, weil es in den vorliegenden Versuchsreihen nirgends darauf ankam, den etwaigen Einfluß der Individualität der Tiere auf die Verdauung zu konstatieren, sondern immer nur die Verdaulichkeitsverhältnisse des Futters selbst ermittelt werden sollten und zu diesem Zwecke gewöhnlich zwei in allen ihren Eigenschaften möglichst gleich sich verhaltende Tiere dienten. Außerdem wissen wir aus direkten vergleichenden Versuchen, daß die prozentige Verdauung, zunächst des Rauh- und Grünfutters, ganz vorherrschend durch die natürliche Beschaffenheit seiner Trockensubstanz bedingt ist wie dieselbe unter gewissen Vegetations-, Witterungs-, Boden- und Düngungsverhältnissen sich gestaltet, während sonstige Umstände (Quantität des täglich verabreichten Futters, grüner oder lufttrockener Zustand, außerdem Art, Rasse und Alter der wiederkäuenden Tiere) darauf nur wenig verändernd einwirken.

Die oft sehr verschiedene Verwertung des Futters für die Milchproduktion, sowie für den Ansatz von Fleisch und Fett im Tierkörper nach Individualität und Rasse muß freilich unter Umständen bei der Aufstellung und Berechnung des Futteretats berücksichtigt werden, hat aber zunächst mit der Verdauung des Futters und mit der Gestaltung der Verdauungs-Koëffizienten nichts zu thun.

Die Tabelle giebt zu vielfach interessanten Betrachtungen Anlaß, wenn man die darin übersichtlich zusammengestellten Verdaulichkeitsverhältnisse und deren Schwankungen, unter Beachtung der Anzahl von Einzelversuchen und Futtersorten, mit einander vergleicht, in Bezug auf die verschiedenen Futtermittel, sowie bei einer und derselben

Futterart hinsichtlich ihrer Güte, Vegetationsperiode, Zubereitung 2c. Man gewinnt dadurch einen Anhalt für die Beurteilung des Futters in allen speziellen Fällen.

III. Tabelle über den Gehalt einiger Futtermittel an Stickstoff im Eiweiß und im Nichteiweiß.

Von den Stickstoffverbindungen kommt das Ammoniak als Bestandteil der Futtermittel fast gar nicht in Betracht und auch die Salpetersäure findet sich hauptsächlich nur in den Rübenarten, allerdings nach starker Düngung, besonders mit Stallmist oder Jauche manchmal in beträchtlicher Menge. Weit wichtiger aber sind die Säureamide und Amidosäuren, überhaupt die organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur. Diese Körper haben schon mehrfach in der vorliegenden Schrift Erwähnung gefunden; ich will hier aber über deren Vorkommen nochmals das Wichtigere mitteilen, um damit bei der Berechnung von Futtermischungen und Fütterungsnormen einigen Anhalt zu geben.

1. Von dem Gesamtstickstoff der Rüben, namentlich der Futterrunkeln ist oft kaum $^1/_3$ in wirklichen Eiweißstoffen enthalten, bei den Kartoffeln nur $^3/_5$, in besonders wässerigen Sorten relativ weniger, als in solchen mit mehr Trockensubstanz. Interessant ist es, daß man bei der Vergärung der Kartoffelmaische eine Zunahme von Eiweißstickstoff beobachtet hat, so daß die Menge desselben in der Kartoffelschlempe bis auf $^3/_4$ des Gesamtstickstoffes ansteigt.

2. In den keimenden Samenkörnern bildet sich durch Zerfall der Eiweißstoffe immer eine große Menge von Amidverbindungen (s. die Malzkeime), und auch in den ganz jungen, grünen Pflanzen ist davon stets, absolut und relativ viel enthalten; mit dem Heranwachsen der Pflanzen nimmt die Menge ab, jedoch weniger rasch bei verhältnismäßig hohem Gehalt an Gesamtstickstoff als bei geringerem.

3. Bei den blattreichen Futterpflanzen, wie Klee, Luzerne 2c. vermindert sich der Gehalt an Amidstickstoff im Verhältnis zum Gesamtstickstoff mit dem Fortschreiten der Vegetation bis zur Blütezeit meistens nicht so rasch und bedeutend, wie bei den Gräsern und dem Wiesenheu.

4. Ungeachtet in dem ganz jungen Gras und Klee (Weidepflanzen) eine oft große Menge von Amidverbindungen vorkommt, ist doch auch der Gehalt an Eiweißstoffen fast immer größer, manchmal doppelt so groß, als zur Zeit der Blüte. Gleiches gilt gewöhnlich, aber nicht so allgemein, von den sehr üppig gegenüber den

mager gewachsenen Pflanzen einer und derselben Art. Die unter dem Einfluß von rasch wirkendem Stickstoffdünger (Gülle, Abtrittsjauche ꝛc.) gewachsenen Futterarten (Grünfutter, Heu und Rüben) sind besonders reich an Amidstoffen.

5. Durch Einsäuern der grünen Pflanzen (vergl. Runkelblätter) wird viel Eiweißsubstanz zerstört, die relative und manchmal auch die absolute Menge von Stickstoff im Nichteiweiß wesentlich erhöht.

6. In dem Stroh der Cerealien scheint unter normalen Verhältnissen wenig oder gar kein Nichteiweiß vorhanden zu sein, jedoch nicht selten eine rasche Bildung desselben stattzufinden, z. B. bei ungünstiger Erntewitterung, feuchter Aufbewahrung ꝛc. Es kann auf diese Weise das Futterstroh und auch sonstiges Rauhfutter an Nährkraft bedeutend verlieren.

7. Die Körner der Cerealien enthalten ebenfalls nur sehr wenig Nichteiweiß, wenn sie gut ausgereift und gut geerntet sind. Infolge aber von einer anfangenden Keimung, von einem teilweisen Auswachsen auf dem Felde können reichliche Mengen von Zersetzungsprodukten des Eiweißes sich einstellen; in einem Falle z. B. fand man darin bei der Gerste über 20 % des Gesamtstickstoffes.

8. Die Hülsenfrüchte enthalten allerlei organische Stickstoffverbindungen, welche anscheinend weder zu den Amidkörpern, noch zu den eigentlichen Eiweißstoffen gehören. In den Bohnen und Erbsen hat man 10—12 % des Gesamtstickstoffes im Nichteiweiß gefunden, etwas weniger in den völlig reifen Lupinensamen; der diesen letzteren eigentümliche Bitterstoff nimmt davon nur den kleineren Teil in Anspruch.

9. Auch die Kleien und Ölkuchen sind manchmal ziemlich reich an Nichteiweiß, am meisten, wie es scheint, die Rapskuchen und Erdnußkuchen, während die Lein- und Mohnkuchen davon weniger, die Palmkuchen oft gar nichts enthalten. Jedoch läßt sich vorläufig nicht bestimmen, wie viel von den ursprünglichen, normal ausgebildeten Samen herrührt und wie viel möglicherweise erst bei der Verarbeitung der letzteren oder auch infolge mangelhafter Behandlung und Aufbewahrung der Ölkuchen und der Kleien entstanden ist. Man muß immer beachten, daß der Zerfall eines größeren oder geringeren Teiles der Eiweißsubstanz bei Gegenwart von Feuchtigkeit, infolge von Selbsterhitzung ꝛc. sehr leicht stattfinden kann.

IV. Fütterungsnormen für die landwirtschaftlichen Nutztiere.

Die als Fütterungsnormen bezeichneten Nährstoffzusammenstellungen geben das Nahrungsbedürfnis der einzelnen Tierklassen

unter angenommenen mittleren Verhältnissen an, wobei eine durchschnittlich befriedigende Produktion erwartet werden kann. Da jedoch im besonderen Falle fast nie vollkommen sog. mittlere Verhältnisse obwalten, sondern bald mehr, bald weniger davon abweichende, da ferner oft statt einer durchschnittlichen eine maximale Produktion von den Tieren rationell erstrebt wird, so können die folgenden, wie irgendwelche anderen Normen nicht den Sinn von feststehenden Nährstoff-Rezepten haben; ihnen kommt vielmehr der Charakter als Ausgangspunkt für weitere Erwägungen zu, nach denen die Ernährung für die speziellen Verhältnisse anzupassen ist.

Um letzteres zu erleichtern, seien hier noch einige erläuternde Bemerkungen hinzugefügt.

Die Zahlen für die „Trockensubstanz“ sind nur als sehr ungefähre zu betrachten. Der Tierkörper paßt sich relativ leicht recht verschieden voluminösen Rationen an, so daß 10 % Schwankungen darin (bezogen auf die empfohlene Menge) den Fütterungseffekt nicht merkbar beeinflussen. Man darf nicht vergessen, daß es sogar wünschenswert sein kann, den Verdauungskanal an Verarbeitung größerer Futtermassen zu gewöhnen (z. B. in der ersten Periode der Mästung), so daß eine Überschreitung der in den Normen angegebenen Mengen unter Berücksichtigung des Verhaltens der Tiere erstrebt werden muß. Andererseits giebt es viele Gründe, die die möglichste Beschränkung des Volumens einer Ration erforderlich machen, z. B. ein geringerer Appetit bei Tieren, denen doch eine erhebliche Menge verdaulicher Nährstoffe beigebracht werden soll. Man suche nur Veränderungen im Trockengehalt der Rationen möglichst allmählich herbeizuführen; bei geschicktem Vorgehen hierbei dürfte es häufig gelingen, bis über 25 % von den Normen ohne Nachteil abzuweichen und damit die Rationen der besten Verwertung der disponiblen Futterstoffe anzupassen.

Die Rubrik „Summe der Nährstoffe“ ist wieder nach der Formel Nh. + Nfr. + 2,4 F. berechnet, in der zweiten Reihe derselben (Rohfaser = $^1/_2$) wurde meist angenommen, daß etwa 30 % der verdauten stickstofffreien Stoffe aus verdauter Rohfaser bestehen, es sind demgemäß 15 % dieser Stoffe in Abzug gebracht. Bei sehr rohfaserreichen Rationen müssen daher in Rücksicht auf ihren etwas geringeren Nährwert die Nährstoffmengen entsprechend erhöht werden.

Alle Nährstoffzahlen für erwachsene Tiere beziehen sich auf solche, welche im wirtschaftlichen Ernährungszustand (sog. Beharrungszustand) von mittlerer Schwere sind; die Rinder 500 kg, die Pferde 450 kg, die Wollschafe 50 kg, die Schweine 150 kg. Von Natur kleinere Rassen bedürfen auf die Gewichtseinheit etwas mehr, größere

um ein geringes weniger Nährstoffe. Der Unterschied kann für erstere bis 0,3 kg stickstoffhaltige und 1,5 kg stickstofffreie auf 1000 kg Lebendgewicht betragen.

Besonders ist darauf zu sehen, daß die nötige Summe von verdaulichen Nährstoffen den Tieren gegeben wird. Die Verengerung des Nährstoffverhältnisses hat bei erwachsenen Tieren in erster Linie den Zweck, die Verdauungsdepressionen zu vermindern (besonders bei reichlicher Fütterung wichtig), das Temperament zu beleben oder die Milchproduktion auf Kosten des Fettansatzes zu steigern. Die größere oder geringere Gedeihlichkeit der verwendeten Futtermittel kann leicht die Nachteile oder Vorteile eines abweichenden Nährstoffverhältnisses überkompensieren.

Die Aufstellung mehrerer Normen für dieselbe Tierklasse je nach deren Leistung hat zum Teil den Zweck, in zahlengemäßer Weise das Fütterungsprinzip zu illustrieren, nach welchem Zulagen oder Abzüge, je nach der Tierqualität resp. den Anforderungen an die Tiere, vorgenommen werden müssen, beziehungsweise, wie z. B. die Veränderung des Nährstoffverhältnisses, rätlich erscheinen.

Bei den Mastnormen ist zu bedenken, daß in der Praxis meistens die schnellste Mast auch die vorteilhafteste ist. Genannte Normen können daher nur den Charakter von Minimalzahlen haben, bei deren Anwendung etwas Befriedigendes zu erwarten ist. Sehr oft aber dürfte es angezeigt sein, um so viel stärker zu füttern, als die Masttiere, ohne an der Gesundheit Schaden zu leiden, aufzunehmen vermögen.

Die Normen für Milchtiere beziehen sich auf Kühe, welche die bezeichneten Milchmengen mitten in der Laktation (d. h. wenigstens 2 Monat nach dem Kalben) und eine Milch mittlerer Zusammensetzung liefern. Selbstverständlich hätte es keinen Sinn, mit der Futteration den Schwankungen der Milcherträge in kürzeren Zeiträumen folgen zu wollen; auch ist die schwächere Ernährung der Kühe kurz vor und nach dem Gebären allein nach hygienischen Rücksichten zu bestimmen. Es schadet gar nichts, scheint vielmehr das Wohlbefinden zu fördern, wenn die Kühe im Anfang der Laktation sich etwas „abmelken" und später wieder in einen besseren Ernährungszustand gebracht werden. Nur bei sehr guten Milchtieren erscheint es wünschenswert, die Laktation in zwei Perioden zu zerlegen und in der ersten, ertragreicheren das Futter entsprechend zu verbessern.

Die Normen für wachsende Tiere haben die Voraussetzung, daß denselben nur eine mäßige Bewegung gestattet ist. Haben sie viel und andauernd Motion, so müssen die Nährstoffgaben bis 15 % erhöht werden (besonders stickstofffreie); kann volle Stallruhe für sie

nicht umgangen werden, so sind die Rationen um fast denselben Betrag zu erniedrigen. Besonders im zweiten Halbjahr und vor allem bei der Aufzucht von Milchtieren könnte sonst die angegebene kräftige Ernährung leicht Schaden bringen. Es ist stets zu beachten, daß alle Aufzuchttiere in einem guten, jedoch keineswegs mastigen Ernährungszustand erhalten werden müssen. Hiernach erfordert auch die individuelle Anlage zur Fettbildung bei den jungen Tieren Beachtung.

Ferner wäre zu erwähnen, daß bei den wachsenden Tieren die größeren und wüchsigeren Rassen naturgemäß einen etwas größeren, die kleineren Rassen einen geringeren Nährstoffbedarf, bezogen auf das gleiche Lebendgewicht, haben. In erster Linie ist dies bei den größeren Mastrassen zu beachten. Die Zulage ist vornehmlich in Proteïnstoffen, bis 15 % und in dem Alter von 3—10 Monaten zu geben. Endlich darf nie außer acht gelassen werden, daß bei der Ernährung der jungen Tiere die Diätetik die allerwichtigste Rolle spielt, so daß oft sehr erhebliche Unterschreitungen der normalen Nährstoffzufuhr gegenüber dem „Überfüttern“ oder anderen Gesundheitsstörungen mit geringeren Nachteilen verbunden sind. Hiernach kommen die Fälle, wo von den hier gegebenen Normen abgewichen werden muß, in der Praxis leider sehr häufig vor.

Bei der Aufstellung eines Futteretats in der Praxis zieht man zunächst die selbstproduzierten für jede Viehklasse disponiblen Futtermittel in Betracht; dividiert durch die Anzahl Tage, für welche der Vorrat reichen soll, bestimmt annähernd das Lebendgewicht der Tiere und dividiert durch die dabei gefundenen Tausende von Kilogramm in die zuerst als pro Tag verfügbar berechneten Futtermengen. Man erhält somit die Anzahl Kilogramm, die von jedem Futtermittel pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht verabfolgt werden können. Hierauf ist der Nährstoffgehalt der in dieser Art bestimmten Ration zu berechnen. Zu diesem Zweck schätzt man mit Hilfe der Tabelle I den prozentischen Gehalt unter Berücksichtigung aller der denselben beeinflussenden Faktoren bei den Futtermitteln ein und kann nun durch leichte Regel-de-tri-Exempel die Nährstoffmengen berechnen, die im selbstproduzierten Futter auf 1000 kg Lebendgewicht verabfolgt werden.

Nach Feststellung des Nährstoffbedarfes von 1000 kg Lebendgewicht mit Hilfe der gegebenen Normen unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Tiere, lehrt ein Vergleich dieser mit den vorher gefundenen Zahlen, ob und wieviel an Kraftfutter zuzukaufen ist, um die Ernährung zweckmäßig zu gestalten.

Im letzteren Falle bedient man sich am besten eines Probierverfahrens, indem man von den Futtermitteln des Marktes oder

dem Körnervorrat der eigenen Wirtschaft wechselnde Mengen mit ihrem Nährstoffgehalt hinzurechnet bis annähernd die Norm getroffen ist. Setzt man nun die Preise für die zuzukaufenden Kraftfuttermittel ein, so erfährt man, welche der ausgerechneten Rationen die billigste ist; eine weitere genaue Überlegung des diätetischen Wertes der einzelnen Futtermischungen hat darüber zu entscheiden, ob die billigste oder vielleicht eine der weniger wohlfeilen schließlich zur Anwendung gelangen soll.

Bei dieser vorläufigen Berechnung bedient man sich für die Kraftfuttermittel des Marktes ganz fehlerlos der Mittelzahlen der Tabelle I; nach dem Ankauf ist jedoch auf Grund der Analyse der gelieferten Waren die Berechnung zu korrigieren. Es sei hier nochmals hervorgehoben, daß nie ohne Garantie des Proteïn- und Fettgehaltes — getrennt —, Kraftfutter gekauft werden sollte. Die Fehler bei der Einschätzung der stickstofffreien Extraktstoffe nach der Tabelle sind belanglos.

Ein Beispiel soll dieses Verfahren illustrieren:

Für die Winterernährung des Milchviehs ständen auf einem Gute zur Verfügung:

60000 kg Futterrüben, 15000 kg Wiesenheu, 9000 kg Kleeheu, 12000 kg Haferstroh; die Winterfütterung sollte 210 Tage dauern, so daß pro Tag 285 kg Rüben, 71 kg Wiesenheu, 42,5 kg Kleeheu und 57 kg Haferstroh verabfolgt werden können. Das mittlere Lebendgewicht der 20 vorhandenen Kühe betrüge 500 kg pro Stück, das der Herde somit 10000 kg; es würden daher auf 1000 kg Lebendgewicht täglich in nach unten abgerundeten Zahlen verfuttert werden: 28 kg Rüben, 7 kg Wiesenheu, 4,20 kg Kleeheu, 5,5 kg Haferstroh.

Die Rüben seien relativ groß, eher wasserreich, stark aus dem Boden gewachsen mit mehr aufgerichteter Blattkrone und nicht in starkem Dung gewachsen Wir werden daher für die Rüben die in der Tabelle für „große Futterrunkeln“ angegebenen Mittelzahlen benutzen können, auch keinen übernormalen Gehalt an Nichteiweiß anzunehmen haben. Ihr Gehalt an verdaulichen Nährstoffen betrüge also 1,0 % stickstoffhaltige Nährstoffe, 0,06 % Fett, 6,9 % stickstofffreie in Summa 7,8 % Nährstoffe von Stärkewert, darin 0,8 % Amide und 0,6 % Rohfaser; an Trockensubstanz 11 %.

Das Wiesenheu besteht aus vielen guten Gräsern, enthält wenig kleeartige Pflanzen uud ist reif, d. h. im Blühen aller früh blühenden Gräser geschnitten; allein feuchtwarme Witterung hat trotz mangelnder Düngung ein etwas geiles Wachstum hervorgerufen, so daß wir den Proteïngehalt erniedrigen, den Rohfasergehalt erhöhen müssen.

Ein Vorwiegen der Obergräser von Dactylis, Phleum, Bromus ꝛc. und damit Zurücktreten der Blätter veranlaßt uns jedoch, die stickstofffreien Extraktstoffe nicht zu vermindern, sondern noch etwas zu erhöhen. Statt der in der Tabelle angegebenen Mittelzahl schätzen wir das Heu, weil die Werbung normal verlief, zu 85 % Trockensubstanz mit 5 % Nh, 0,9 % F, 44 % Nfr — 43,2 % Nährstoffe in Summa, darin 1,2 % Amid und 16 % Rohfaser.

Das Kleeheu ist in der Blüte geschnitten, hat jedoch mehrfach Regen bekommen, so daß die Werbung, d. h. allein das Trocknen in den Haufen sich etwas verzögerte. Wir nehmen hiernach den Gehalt an Proteïn und Fett wie in der Tabelle an, erniedrigen jedoch den Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen und vermehren entsprechend die Zahl für Rohfaser um je 4. Die Verdauungskoeffizienten sind alle etwas niedriger anzunehmen, so daß sich der Gehalt schließlich berechnet auf:

84 % Trockensubstanz, 7,8 % Nh, 1,3 % F, 34 % Nfr — 39 % Nährstoff, darin 2,8 % Amid und 12 % Rohfaser.

Beim Haferstroh liegt kein Grund für Abweichungen von der Mittelzahl vor, es enthielte daher 85,6 % Trockensubstanz, 1,2 % Nh, 0,6 % F, 38,5 % Nfr — 30,2 % Nährstoffe — darin 0,1 % Amid, 21,7 % Rohfaser.

Hiernach lieferten die disponiblen Futtermittel folgende Nährstoffmengen pro 1000 kg Lebendgewicht und Tag:

	Trockensubstanz	In Kilogramm Verdauliche Nährstoffe Nh	F	Nfr	Sa.	Amid	Rohfaser
28 kg Rüben	= 3,08	0,28	0,02	1,94	2,18	0,22	0,15
7 „ W.-Heu	= 5,95	0,35	0,06	3,08	3,02	0,08	1,12
4,2 „ Kleeheu	= 3,53	0,33	0,05	1,43	1,64	0,12	0,50
5,5 „ Haferstroh	= 4,61	0,07	0,03	2,12	1,66	—	1,19
Summa:	17,17	1,03	0,16	8,57	8,50	0,42	2,96

Nach den bisherigen Erfahruugen speziell der Sommerfütterung mit reinem Grünfutter bis zur Sättigung der Tiere können wir die Milchergiebigkeit pro Kopf auf 8 kg Milch einer mittleren Zusammensetzung im Durchschnitt der Herde veranschlagen. Dem würde eine Ernährung entsprechen mit 27 kg Trockensubstanz, 2,1 kg Nh, 0,4 kg F, 11,5 kg Nfr, 14,6 resp. 12,8 kg Nährstoff in Summa. Man ersieht hieraus, daß über 5 kg Nährstoffe (Rohfaser = 1) und über 50 % der wünschenswerten Proteïnmenge fehlen; das ist sehr viel und würde für diesen Fall beweisen, daß die wirtschaftlichen Dispositionen wahrscheinlich schlecht getroffen

worden, sonst hätte neben dem Rauhfutter mehr von einem leichtverdaulichen sog. Hauptfutter produziert werden müssen. Dieser Vorwurf wäre hinfällig, wenn z. B. sicher in der Nähe frische Biertreber zu beziehen wären. Ein leichter Versuch zeigt, daß, wenn obiger Ration 30 kg davon zugeführt werden, dieselbe ausreichend vervollständigt würde. Es kämen nämlich hinzu

	Trockensubst.	Nh	F	Nfr	Nährst.	Amid	Cellulose
	7,14	1,11	0,42	2,64	4,47	0,03	0,6
In Summa würden verabfolgt	24,31	2,14	0,58	11,21	12,97	0,45	3,56

Trotzdem würde die Fütterung nicht als eine gute zu bezeichnen sein. Die verdaulichen stickstofffreien Stoffe bestehen reichlich aus Cellulose; im geil gewachsenen Wiesenheu, im etwas schwer geworbenen Kleeheu sind auch relativ wenig gute Kohlehydrate, sog. Hexosen, anzunehmen und der Zuckergehalt der knappen Rübengabe ist auch nicht groß. Endlich wirken die Biertreber zwar befördernd auf die Milchproduktion, jedoch weniger günstig auf den Ernährungszustand.

Es wäre hiernach vorteilhafter, trotzdem damit wahrscheinlich eine Mehrausgabe verbunden ist, nur 25 kg Biertreber zu reichen und dafür eine Mischung von 1 Teil Baumwollsaatmehl mit 3 Teilen grober Weizenkleie in einer Menge von $2^1/_4$ kg zu geben. In dieser Mischung wären enthalten:

	Trockensubst.	Nh	F	Nfr	Nährst.	Amid	Cellulose
	1,97	0,30	0.117	0,85	1,49	0,07	0,04
die ganze Ration enthält dann:	24,0	2,34	0,31	11,2	13,0	0,5	3,4

Damit entspricht die Ration im Fettgehalt zwar nicht sehr gut der Norm, der Gesamtnährstoffgehalt ist jedoch vorhanden und die Gedeihlichkeit voraussichtlich eine gute. Der freilich nicht unerhebliche Amidgehalt erscheint als weniger als den vierten Teil der verdaulichen stickstoffhaltigen Nährstoffe ausmachend, noch nicht bedenklich.

In der Regel besteht nun eine Herde von 20 Kühen nicht aus gleich leistungsfähigen Exemplaren; so wie erheblichere Verschiedenheiten in der Milchergiebigkeit zu konstatieren sind, muß dem Rechnung getragen werden. Dies ist bei obiger Futtermischung sehr leicht. In dem Gemenge von Baumwollsaatmehl und Weizenkleie ist ein Nährstoffverhältnis wie 1 : 3 enthalten; eine weitere Zulage davon macht die Ration nicht nur nährstoffreicher, sondern verengt

auch das Nährstoffverhältnis, damit ist eine wünschenswerte Anpassung an das Ernährungsbedürfnis der besseren Milcher gegeben. Umgekehrt kann man durch Abzug an diesem Kraftfuttermittel der Futterverschwendung bei den schlechteren Milchern vorbeugen. Je nach der Beschaffenheit der Einzeltiere und der Sorgfalt, die man dem Dienstpersonal zumuten kann, teilt man daher die Herde in zwei oder mehr Abteilungen, giebt z. B. im ersteren Fall der schlechteren Gruppe nur $1^3/_4$ kg, der besseren $2^3/_4$ kg Kraftfutter u. s. w., immer sich nach Möglichkeit der Leistungsfähigkeit anpassend.

Eine letzte Erwägung könnte sich noch darauf richten, ob die bisherigen Beobachtungen uns wirklich richtig über die Milchergiebigkeit der einzelnen Tiere orientiert haben, ob es nicht einige sog. „futterdankbare" darunter giebt, die eine bessere als die bisher berechnete Fütterung lohnen würden? Dies kann durch die Bonitur der Milchzeichen unter Berücksichtigung des Laktationsstadiums eventuell vermutet, aber nur durch den Versuch bewiesen werden. Freilich gehört dazu Zeit, Mühe und sorgfältige Beobachtung. Man wähle die geeignet erscheinenden Tiere aus und lege bei täglichem Probemelken 2—3 kg des Kraftfutters pro 1000 kg Lebendgewicht oder noch besser, wenn es sein kann, eine entsprechende Menge von einem sog. milchtreibenden Futtermittel zu wie Melasse und Palmkernmehl oder eine Portion eingesauerter Rübenblätter. Die Tiere, welche auf letzteres nicht ordentlich reagieren, verdienen sicher keine bessere als die vorher berechnete Ration.

In Rücksicht auf die Unsicherheit in der Schätzung der Leistungsfähigkeit der Tiere und auf mancherlei Zufälligkeiten, die störend aber auch fördernd bei der Fütterung der Kühe wirken können, muß es stets als das Ideal bezeichnet werden, wenn der Erfolg einer Ration, schließlich bei jedem Individuum, fortgesetzt auf das genaueste kontrolliert wird. Auf vieles Wichtige wird man dann erst aufmerksam werden und durch Studium auf Modifikationen der Fütterung kommen, die durch Ersparnis oder Ertragssteigerung die Rente aus dem Viehstall heben.

Über die Entwickelung und den gegenwärtigen Stand der Fütterungslehre.

Im Jahre 1842 hat Liebig in seiner bekannten Schrift „Die Tier-Chemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" ein klares Bild geliefert von dem ganzen Ernährungsprozeß im tierischen Organismus und damit zugleich den ersten Grund gelegt zu der jetzigen Ausgestaltung der

landwirtschaftlichen Fütterungslehre. Auf Grund von zahlreichen Analysen, welche er in seinem Laboratorium zu Gießen ausführen ließ, suchte er die mannigfachen Umsetzungen zu ermitteln, welche die Bestandteile der aufgenommenen Nahrung im Blut und in den Organen erleiden, bis sie zuletzt in den Endprodukten des Stoffwechsels im Harn und Kot oder durch Haut und Lunge den Tierkörper wieder verlassen. Die wichtigeren Funktionen der einzelnen Gruppen von Nährstoffen wurden nachgewiesen und diese eingeteilt in Respirationsmittel oder wärmeerzeugende Stoffe (stickstofffreie Nährstoffe, hauptsächlich Kohlehydrate und Fett) und in plastische, blut- und fleischerzeugende Nahrungsbestandteile (stickstoffhaltige Nährstoffe oder Eiweißsubstanzen). Die letzteren können zwar im Respirationsprozeß auch die ersteren ersetzen (Fleischfresser), die ersteren dagegen für die letzteren bei der Bildung der tierischen Gewebe und Flüssigkeiten nicht eintreten. Das Blut, indem es die aus der Nahrung resorbierte Eiweißsubstanz allen Teilen des Tierkörpers zuführt, liefert das Material zur Neubildung der Gewebe, wenn diese, nach der damaligen Anschauung, durch ihre Lebensthätigkeit, infolge der im Innern des Organismus stattfindenden Bewegungen oder der nach außen hin sichtbaren Kraftäußerungen einer raschen Zerstörung, der „Abnutzung" unterliegen.

Liebig machte ferner zuerst aufmerksam auf die Bedeutung gewisser Mineralstoffe für die ganze Entwickelung und normale Erhaltung des tierischen Organismus; er lieferte auch überzeugende Beweise für die Thatsache, daß in dem lebenden Tierkörper nicht allein eine Ablagerung der mit der Nahrung aufgenommenen Fettsubstanz erfolgen kann, sondern daß unter geeigneten Verhältnissen auch eine Neubildung von Fett aus anderweitigen Bestandteilen der Nahrung stattfindet. Es erschien ihm als höchst wahrscheinlich, daß das hierzu nötige Material hauptsächlich von den stickstofffreien Nährstoffen, nämlich von dem Stärkemehl oder Zucker hergegeben werde, ohne jedoch zu leugnen, daß auch aus der Eiweißsubstanz Fett entstehen könne und daß dieselbe jedenfalls bei der Fettbildung, wenn auch mehr indirekt, wichtige Funktionen zu erfüllen habe. Nach dieser Ansicht waren also die Kohlehydrate zugleich wärmeerzeugende und fettbildende Nährstoffe.

Die Verdienste Liebigs um unsere Wissenschaft waren um so größer, als wir ihm auch wesentliche Verbesserungen der chemisch analytischen Methoden zu verdanken haben, wodurch es erst möglich wurde, auf dem Gebiete der Ernährungs-Chemie und Physiologie umfassende Versuche und Untersuchungen anzustellen und nach allen Richtungen hin zu raschen Aufschlüssen zu gelangen.

Neben Liebig und fast gleichzeitig mit ihm beteiligte sich Boussingault erfolgreich an der naturwissenschaftlichen Begründung der Landwirtschaft. Er stellte die Hauptresultate seiner Forschungen in seinem 1844 veröffentlichten Werke „Die Landwirtschaft in ihren Beziehungen zur Chemie, Physik und Meteorologie“ zusammen. Er bestritt anfangs mit Dumas die Neubildung von Fett im tierischen Organismus; nachdem aber durch direkte Versuche nachgewiesen war, daß der Tierkörper allerdings diese Fähigkeit besitzt, fand auch er die Hauptquelle für das neugebildete Fett in den Kohlehydraten der Nahrung. Boussingault zeigte ferner zuerst, wie bei den landwirtschaftlichen Nutztieren die Bilanz zwischen Einnahme und Ausgabe sich gestaltet.

Zu jener Zeit wurde von J. R. Mayer in Heilbronn das Prinzip von der Erhaltung und Unzerstörbarkeit der Kraft in der Natur nachgewiesen und schon damals in seinen Beziehungen zum tierischen Leben in der Schrift „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel“ (1845) einer näheren Betrachtung unterworfen, — ein Prinzip, welches lange Zeit fast unbeachtet blieb, gegenwärtig aber die ganze Naturwissenschaft gleichsam beherrscht und schon zu den wichtigsten Erörterungen und Forschungen Anlaß gegeben hat. Diesem allgemeinen Naturgesetz muß auch eine richtige Theorie der tierischen Ernährung bezüglich der Produktion und Verwendung von Wärme und Kraft Rechnung tragen.

Die zahlreichen Fütterungsversuche, welche in England 1848 bis 1850 von Lawes und Gilbert mit Schafen und Schweinen, unter Berücksichtigung des chemischen Gehaltes der verabreichten Futtermittel ausgeführt wurden, ließen das Konsumvermögen jener Tiere für die einzelnen Gruppen der Nährstoffe erkennen und zeigten, mit welchen Futtermischungen eine vorzugsweise rasche und volle Mästung erzielt werden kann. Diese Versuche, namentlich als man sie später in Verbindung brachte mit den Resultaten von chemischen Analysen ganzer Tiere, in deren mageren und gemästeten Zustande, schienen die Bildung von Fett aus Kohlehydraten im Tierkörper aufs neue zu bestätigen.

In Deutschland verdanken wir wohl die ersten, längere Zeit hindurch konsequent fortgesetzten Reihen von Fütterungsversuchen v. Weckherlin in Hohenheim (1844 und 1845). Sie betrafen zunächst die Ausnutzung des Futters durch verschiedene Rassen von Rindvieh, konnten aber nur ein rein praktisches Interesse gewähren, da außer den Wägungen des Futters und der lebenden Tiere keine anderen Momente für die Erzielung allgemein wichtiger Resultate in Betracht gezogen wurden. Von größerer Bedeutung waren die Eldena'schen Versuche von Haubner und Rohde mit Schafen (1847

und 1848), obgleich ebenfalls ohne wesentliche Beihilfe der chemischen Analyse des Futters ausgeführt, hauptsächlich wegen der wissenschaftlichen Erörterungen, welche an dieselben von Haubner angeknüpft wurden. Überhaupt hat Haubner sich große Verdienste erworben um die Begründung eines rationellen Fütterungswesens in der Landwirtschaft und um die Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse im Gebiete der tierischen Ernährung; er befreite die Lehre der „Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haussäugetiere“ (in erster Auflage 1845 erschienen) von dem veralteten Beiwerk früherer Zeiten und brachte jene Lehre in Einklang mit den Fortschritten der Chemie und Physiologie.

Mit dem Anfang des Jahres 1851 wurde die erste landwirtschaftlich-chemische Versuchsstation in Deutschland auf Anregung Stöckhardts, sowie der beiden um das Emporblühen der sächsischen Landwirtschaft hochverdienten Männer, W. Crusius und Th. Reuning, auf dem Gute der Leipziger ökonomischen Societät in Möckern begründet und die Leitung dieser Anstalt dem Verfasser der vorliegenden Schrift übertragen. In den drei Jahren seiner dortigen Thätigkeit (1851 – 1854) hat Wolff verschiedene Fütterungsversuche, teils mit Schafen, teils mit Milchkühen ausgeführt, bei welchen letzteren sowohl die chemische Zusammensetzung der Futtermittel, wie auch die Quantität und Qualität der produzierten Milch Berücksichtigung fand und somit die Wirkung der Futtermittel bezüglich ihres Nährstoffgehaltes einer vergleichenden Betrachtung unterworfen werden konnte. In ähnlicher Weise wurden später von seinen Nachfolgern in Möckern, von Ritthausen zuerst und dann von Knop über die Milchproduktion und über die Aufzucht von Rindvieh Versuche angestellt, während von 1867 bis 1892 G. Kühn daselbst in streng wissenschaftlichen, den Anforderungen der Gegenwart entsprechenden Versuchen über die Verdaulichkeit des Futters und dessen Einfluß auf die Menge und Beschaffenheit der Milch eine hervorragende Thätigkeit entwickelte.

Die Versuchsstation Möckern war die erste jener im Interesse der Landwirtschaft wirkenden Anstalten, welche bald Anklang und Verbreitung fanden, so daß nach und nach diese Forschungsinstitute in großer Zahl nicht nur in Deutschland, sondern auch in ähnlicher Weise im Ausland errichtet wurden und die mannigfachsten Fragen der Fütterungslehre in den Kreis ihrer Arbeiten zogen.

In den „Wanderversammlungen der Agrikulturchemiker seit 1863, später in den Versammlungen des „Verbandes der Versuchsstationen Deutschlands“ seit 1888 wurden Pläne zu Fütterungsversuchen vor allem aber einheitliche Methoden der Untersuchung von

Futtermitteln festgestellt. Im Anschluß hieran unternahm es Wolff, die große Menge der überall in Schriften und Abhandlungen zerstreuten Futter- und Aschenanalysen unter gemeinschaftliche Gesichtspunkte zusammenzufassen und daraus allgemein annehmbare Normal- und Mittelzahlen abzuleiten. Er veröffentlichte im Jahr 1865 über „Die mittlere Zusammensetzung der Asche der land- und forstwirtschaftlich wichtigen Stoffe“ eine kleine Schrift und ließ derselben später ein ausführlicheres Werk folgen: „Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Produkten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen“, einheitlich berechnet und systematisch geordnet, nebst Notizen über das untersuchte Material und verschiedenen Übersichts-Tabellen, Berlin 1871; ferner zweiter Teil (1880), die Untersuchungen aus den Jahren 1870 bis 1880 enthaltend, nebst neuen Übersichts-Tabellen. Sehr ausführlich sind auch die Futtermittel und menschlichen Nahrungsmittel nach vorliegenden Analysen bearbeitet worden in den Werken: „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel, nach vorhandenen Analysen und Untersuchungen zusammengestellt von Th. Dietrich und J. König (Berlin 1891) und ferner: „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel“, ihre Herstellung, Zusammensetzung und Beschaffenheit, ihre Verfälschungen und deren Nachweis, mit einer Einleitung über die Ernährungslehre, von J. König (Berlin 1880; 3. Aufl. 1893). Außerdem hat Wolff ein größeres Werk herausgegeben: „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Kritische Zusammenstellung der in neuerer Zeit durch tierphysiologische Versuche erlangten Resultate in ihrer Bedeutung für die Aufgabe der landwirtschaftlichen Tierhaltung“. Berlin 1876. Es ist gewiß, daß derartige Ausarbeitungen für Wissenschaft und Praxis ein großes Interesse haben, indem sie die nötigen und allein zuverlässigen Unterlagen für landwirtschaftliche Berechnungen der verschiedensten Art gewähren, und zugleich die Richtung und Größe der Schwankungen in der Zusammensetzung der betreffenden Stoffe, sowie vielfach auch die Ursachen dieser Schwankungen klar erkennen lassen.

Die Hauptthätigkeit der Versuchsstationen im Gebiete der Fütterungslehre beginnt mit dem Jahre 1860. Freilich stammt aus der Zeit von 1850 bis 1860 eine große Anzahl von Fütterungsversuchen, welche in England, Frankreich und Deutschland meistens von intelligenten Landwirten ausgeführt wurden, bei denen aber nur das Lebendgewicht der Tiere und die Menge des Futters, selten auch die chemische Beschaffenheit des letzteren Beachtung fand. Die sämtlichen Ergebnisse dieser Versuche und Untersuchungen findet man zusammengestellt und erörtert in Wolff's 1861 in Stuttgart ver-

öffentlichten Ausarbeitung „Die landwirtschaftliche Fütterungslehre und die Theorie der menschlichen Ernährung“, und ebenso in dem kurz vorher erschienenen Werke Grouven's: „Vorträge über Agrikultur-Chemie mit besonderer Rücksicht auf Tier-Physiologie. Köln 1860.“ Nach diesen Werken begann eine Epoche, in welcher unsere Wissenschaft ihre festeren Grundlagen erhielt und in völlig neuer Gestaltung rasch bis zu ihrem gegenwärtigen Standpunkte sich heranbildete.

Das Jahr 1860 muß man als den Beginn einer neuen Epoche der Fütterungslehre bezeichnen, zunächst aus dem Grunde, weil in diesem Jahr die berühmten Werke der beiden Münchener Physiologen erschienen: „Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, durch neue Untersuchungen festgestellt von Th. L. W. Bischoff und Karl Voit“ und als Fortsetzung und Ergänzung: „Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffes und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel“ von K. Voit. In diesen Schriften war zum erstenmal als unzweifelhaft nachgewiesen, daß man unter gewissen Umständen den sämtlichen Stickstoff der Nahrung im Harn und Kot der Tiere wieder vorfindet und daß man in dem Stickstoff des Harnes einen sicheren Maßstab hat für die Art und Höhe des Eiweiß-Umsatzes im tierischen Organismus, es war eine zuverlässige Methode gefunden, nach welcher die „Gesetze der Fleischbildung“ erforscht werden konnten. Außerdem gelangte man zu Aufschlüssen über die „Gesetze der Fettbildung“ und somit über den ganzen Verlauf des tierischen Ernährungsprozesses, nachdem Pettenkofer in München, ebenfalls zu Anfang der bezeichneten Epoche, auf höchst sinnreiche Weise einen Apparat konstruiert hatte, in welchen Menschen und Tiere beliebig lange Zeit unter ganz normalen Verhältnissen sich aufhalten können und der zugleich gestattet, neben den „sensiblen“ Ausscheidungen auch die sämtlichen Respirationsprodukte auf das genaueste zu bestimmen.

Zwar hatten schon früher Bidder und Schmidt („Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, Dorpat 1852“) in Versuchen mit Katzen beobachtet, daß der sämtliche Stickstoff der Nahrung im Harn und Kot der Tiere wieder erscheint, ohne jedoch diese vereinzelte Thatsache weiter zu verfolgen nnd für die Erforschung der allgemeinen Gesetze des Eiweiß-Umsatzes zu benutzen. Alle anderen Forscher, wie Boussingault, Barral, Reiset u. a., hatten bis dahin ein bedeutendes Stickstoff-Defizit, oft von 25 bis 50% gefunden, welches sie in der Form von Ammoniak oder von freiem Stickstoffgas durch Lunge und Haut aus dem Körper austreten ließen, und als auch Bischoff in seinen älteren Versuchen (s. „Der Harnstoff als Maß

des Stoffwechsels, 1852") beim Hund einen Stickstoffverlust von wechselnder Größe beobachtete, so glaubte man damals allgemein, daß der beim Zerfall der Eiweißsubstanz im Tierkörper sich abscheidende Stickstoff außer mit dem Harn, noch auf anderen, bisher aber nicht experimentell ermittelten Wegen den Organismus verlasse und daß es daher ein vergebliches Bemühen sei, den Harnstickstoff als Maß für die Höhe des Eiweiß-Umsatzes benutzen zu wollen. Voit aber erkannte die Ursachen, weshalb in den früheren Versuchen so häufig ein beträchtliches Stickstoff-Defizit sich ergeben hatte, und von dieser Zeit an verdienen zunächst nur diejenigen Versuche und Untersuchungen über den tierischen Stoffwechsel Beachtung, bei denen der sämtliche Stickstoff der Nahrung in den sensiblen Ausscheidungen erscheint, oder der etwa vorhandene Überschuß und Verlust in ungezwungener Weise durch Veränderungen im Ernährungszustand des Tieres sich erklären läßt.

In unermüdlicher Thätigkeit hat Voit, in Verbindung mit Pettenkofer und einigen jüngeren Physiologen (E. Bischoff, Jos. Bauer, L. Riederer, F. Hofmann, J. Forster, E. Voit, L. Feder, M. Rubner, Tappeiner u. a.) seine Untersuchungen fortgesetzt und jenen ersten epochemachenden Schriften zahlreiche Abhandlungen folgen lassen, anfangs in den Liebig'schen Annalen der Chemie, später seit 1865 in der Münchener „Zeitschrift für Biologie", Es sind hauptsächlich die Resultate dieser mühsamen und umfassenden Arbeiten, welche uns eine tiefe Einsicht in den ganzeu Verlauf des tierischen Ernährungsprozesses verschafft haben; es war meine Aufgabe, namentlich in dem ersten Abschnitt der vorliegenden Schrift, dieselben zu einem möglichst anschaulichen Bild zusammenzustellen. Zu diesen Arbeiten der Münchener physiologischen Schule gehören u. a. die interessanten Versuche von Max Rubner über den Einfluß der Körpergröße auf Stoff- und Kraftwechsel, sowie namentlich über die Vertretungswerte der Nahrungsstoffe im Tierkörper, über deren dynamische Äquivalente.

Das Jahr 1860 ist um so mehr als der Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der landwirtschaftlichen Fütterungslehre anzusehen, als in diesem Jahr, fast gleichzeitig mit den oben erwähnten Schriften von Bischoff und Voit, auch das erste Heft der „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer" von Henneberg und Stohmann veröffentlicht wurde. In zahlreichen Versuchen hatte man an pflanzenfressenden Tieren zum erstenmal unter Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln die Quantität und die chemische Zusammensetzung der flüssigen und festen Exkremente genau ermittelt. Diese Versuche verbreiteten ein helles Licht über den Nährstoffbedarf

volljähriger Ochsen, zunächst bei deren Erhaltungsfütterung und zeigten überhaupt den Weg, welchen man einschlagen mußte, um die wichtigsten Fragen im Gebiete des landwirtschaftlichen Fütterungswesens ihrer Lösung entgegenzuführen. Eine wesentliche Ergänzung und Erweiterung erhielten diese Versuche in dem zweiten Heft der „Beiträge" 1863/64, in welchem die Verdaulichkeit des Rauhfutters, ohne und mit Beigabe von anderem Futter, auf experimenteller Basis nach allen Richtungen hin erörtert wurde und zugleich die von Voit ermittelten Gesetze der Fleischbildung auch für den Pflanzenfresser ihre Bestätigung fanden. Henneberg vervollständigte ferner die Methoden der chemischen Analyse von Futtermitteln und gab den löslichen stickstofffreien Bestandteilen die jetzt allgemein angenommene Bezeichnung „stickstofffreie Extraktstoffe", der Holzfaser den Namen „Rohfaser"; in ähnlicher Weise sind auch „Rohproteïn" und „Rohfett" als Bestandteile der Rauhfutterarten aufzuführen, da immer nur eine gewisse Menge der chemisch ermittelten Proteïnsubstanz und der Fettstoffe (des Ätherextraktes) als verdaulich und also als eigentlicher Nährstoff betrachtet werden kann.

In gleicher Richtung wurden die Forschungen auf der Versuchsstation Weende, später in Göttingen, sowie an anderen Versuchsstationen mit großem Eifer bis in die neueste Zeit fortgesetzt. Die Zahl der sog. Ausnutzungs- oder Verdauungsversuche ist bereits eine sehr große; allein in Hohenheim wurden von 1866 bis 1893 im ganzen etwa 800 Einzelversuche über die Verdaulichkeit der verschiedensten Futterarten und Futtermischungen mit Hammeln, Schweinen und Pferden ausgeführt. Insbesondere sind die Pferde-Fütterungsversuche seit 1876 eine Spezialität der Versuchsstation Hohenheim und in ihren Resultaten um so interessanter, als sie vielfach gleichzeitig und vergleichend mit Hammeln, also Wiederkäuern zur Ausführung gelangten. Unter solchen Umständen ist es begreiflich, daß die Lehre von der Verdaulichkeit des Futters, deren Anfang erst aus dem Jahre 1860 datiert, schon jetzt eine nicht unbedeutende Entwickelungsstufe erreicht hat.

Auch nach anderen Richtungen hin haben wir den erfolgreichen Arbeiten der landwirtschaftlichen Versuchsstationen vielfache Aufklärung zu verdanken. Unsere Anschauungen über Fett- und Kraftproduktion im Tierkörper sind berichtigt und erweitert worden; ich erinnere in dieser Hinsicht namentlich an die unter Hennebergs Leitung in Göttingen von Kern und Wattenberg ausgeführten Versuche „Über den Verlauf und die Zusammensetzung der Körpergewichtszunahme bei der Aufzucht und Mästung von Hammel-Lämmern", sowie an die Untersuchungen von O. Kellner in Hohenheim „über einige

Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffzerfall im tierischen Organismus“ (Pferd). Bezüglich der Leistungsfähigkeit des Pferdes schließen sich neuere, auf der Versuchsstation Hohenheim erzielte Forschungsresultate (s. E. Wolff „Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes“, Berlin 1885 u. „Neue Beiträge“ in Thiels „Landw. Jahrbüchern“ Bd. XVI, Supplement III, 1897), sowie auch die in Paris seit 1880 von L. Grandeau und A. Leclerc ausgeführten exakten Pferde-Fütterungsversuche. Es sind ferner die Versuche zu erwähnen, welche die Fettbildung aus Kohlehydraten endlich mit aller Bestimmtheit nachgewiesen haben, nämlich von Soxhlet auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation in München, von Tschirwinsky in Moskau, von Meissl und Stromer in Wien, sämtlich bei Schweinen, außerdem von B. Schulze und Weiske in Proskau, sowie von Chaniewsky in Riga bei Gänsen, von Erlenmeyer und v. Planta bei Bienen, endlich von O. Kellner in Tokio (Japan) bei Seidenraupen. Ebenso hat die Futteranalyse mit Bezug auf die organischen Stickstoffverbindungen eiweißartiger und nicht eiweißartiger Natur eine entsprechende Ausbildung erhalten. Seitdem R. Sachße eine leicht ausführbare Methode zur quantitativen Bestimmung der Amidkörper, zunächst des Asparagins in keimenden Samenkörnern ermittelte, sind solche Körper in oft überraschend großer Menge in vielen, auch als Futtermittel wichtigen Pflanzen und Pflanzenteilen nachgewiesen worden, zuerst in den Futterrüben und Kartoffeln von E. Schulze in Gemeinschaft mit Urich und Barbieri, später auch von Märcker, Kreusler u. a. Eine noch größere Bedeutung für das landwirtschaftliche Fütterungswesen hatte die Entdeckung beträchtlicher Mengen von nicht eiweißartigen Stickstoffverbindungen in allen Heu- und Grünfutterarten von O. Kellner, welcher hierüber zahlreiche Untersuchungen ausführte. Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß man nach Stutzer in Bonn die Futtermittel einer künstlichen Verdauung unterwerfen und auf diese Weise auch ohne Beihilfe von direkten Fütterungsversuchen über die Verdaulichkeit namentlich der Proteïnstoffe Aufklärung, somit einen wichtigen Anhalt zur raschen Beurteilung der Güte und Nährkraft des Futters sich verschaffen kann.

Das Hauptstreben der ganzen Fütterungslehre ist darauf gerichtet, für die in der rationellen Praxis erforderlichen Futterberechnungen möglichst zuverlässige Unterlagen und Anhaltpunkte zu schaffen. Die Methode daher, nach welcher man zu verschiedenen Zeiten derartige Berechnungen vorgenommen hat, giebt uns gleichsam eine Vorstellung von der jedesmaligen Entwickelungsstufe unserer Wissenschaft.

Seit Thaer haben die sog. Heuwerte fast ein halbes Jahrhundert hindurch in der deutschen Landwirtschaft eine große Rolle

gespielt. Ursprünglich beruhten dieselben auf den chemischen Untersuchungen, welche Einhof in Möglin ausgeführt hatte, indem er die Futtermittel auf ihren Gehalt an in Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien löslichen Bestandteilen prüfte. Die damals bekannten wenigen Fütterungsversuche, namentlich mit Masttieren, sowie die etwas späteren Versuche von Block in Schierau schienen den Landwirten in genügender Übereinstimmung sich zu befinden mit dem von Einhof ermittelten Nährstoffgehalt der Futterarten. Da aber die Zahl der genaueren Fütterungsversuche bis zum Jahr 1840 eine überaus geringe blieb und die Methode der Futteranalyse nicht wesentlich verbessert wurde, so konnte auch von einer etwaigen weiteren Begründung der Heuwerte nicht die Rede sein; vielmehr geriet ihre ursprünglich chemische Basis in Vergessenheit, und fast jeder landwirtschaftlicher Schriftsteller glaubte sich berufen, die betreffenden Zahlen nach eigenen allgemeinen Erfahrungen oder ganz nach Gutdünken zu modifizieren und in dieser veränderten Form seinen Berechnungen über Fütterungswesen, Düngerproduktion ꝛc. zu Grunde zu legen. Es entstand so eine große Unsicherheit und Verwirrung, welche einer rationellen Fütterung der Tiere eher nachteilig als förderlich sein mußte.

Nachdem Liebig die Hauptfunktionen der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsbestandteile erkannt und auf die Bedeutung des Mengenverhältnisses der beiderseitigen Nährstoffgruppen hingewiesen hatte, wurde auch der chemischen Untersuchung des in der Landwirtschaft benutzten Futters größere Aufmerksamkeit gewidmet. Bei der großen Wichtigkeit des Eiweißes für den Ersatz der durch den Stoffwechsel im Tierkörper zerstörten Masse und im Hinblick darauf, daß die stickstofffreien Nährstoffe in den gewöhnlichen Futtermitteln der Grasfresser in großer Menge, anscheinend im Überschuß vorhanden zu sein pflegen, glaubte Boussingault die Nahrungsäquivalente oder Heuwerte des Futters ausschließlich nach dessen Stickstoffgehalt berechnen zu können. Man erkannte aber bald, daß die betreffenden Nährstoffäquivalente bei vielen Futtermitteln, namentlich den stickstoffärmeren, wie bei den Rüben, Kartoffeln und den Körnern der Cerealien, gegenüber den Hülsenfrüchten und Ölkuchen zu niedrig ausfielen, und Boussigault machte daher den Vorschlag, neben dem Stickstoff noch entsprechende Mengen von Stroh in Rechnung zu bringen und auf solche Weise das Äquivalent für 100 kg Wiesenheu bezüglich der einzelnen Futtermittel zu ergänzen, — eine Rechnungsweise, welche jedoch nirgends Eingang in die Praxis sich verschaffte.

Die Versuche, welche Wolff 1851 bis 1854 auf der in Möckern errichteten Versuchsstation ausführte, lieferten aufs neue den Beweis

daß bei der Beurteilung des Nährwertes der Futtermittel neben dem absoluten Gehalt an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandteilen notwendig auch deren größere oder geringere Verdaulichkeit und gleichzeitig der verschiedene Zweck der Fütterung in Betracht gezogen werden muß. Das Rauhfutter (Heu, Stroh und Spreu) äußert, selbst bei gleichem Stickstoffgehalt, in der Produktionsfütterung der Tiere, einen weit geringeren Nähreffekt als die Trockensubstanz der Kartoffeln, Rüben und Körner. Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der beiderseitigen Futtermittel beruht zunächst auf deren sehr ungleichem Gehalt an Rohfaser, welche Substanz man damals als ganz unverdaulich ansah, für den Pflanzenfresser wie für den Fleischfresser. Es lag daher der Gedanke nahe, die Rohfasermenge als einen Maßstab für die Verdaulichkeit der einzelnen Futtermittel zu benutzen, in der Weise, daß nicht allein die Rohfaser selbst von der gesamten organischen Substanz in Abzug zu bringen sei, sondern daß deren Gegenwart auch die Verdauung einer entsprechenden Menge der eigentlichen Nährstoffe verhindere, der stickstofffreien sowohl als der stickstoffhaltigen.

Die Annahme der völligen Unverdaulichkeit der Rohfaser erwies sich bald als eine unrichtige; aus den Versuchen, zuerst von Haubner und Sußdorf, sodann von Ritthausen, Stöckhardt u. a. ergab sich, daß von den wiederkäuenden Tieren ein sehr bedeutender Teil, bis zu 50 und unter Umständen sogar 70 % der im Futter aufgenommenen Rohfaser nicht mit dem Darmkot wieder ausgeschieden, sondern anscheinend verdaut und aus dem Verdauungskanal resorbiert wird. Ferner zeigten die von Henneberg und von Stohmann 1860 bis 1863 veröffentlichen Versuche mit volljährigen Ochsen, daß zwar von der Proteïnsubstanz des Futters eine wechselnde, dem Rohfasergehalt desselben oft ziemlich entsprechende Menge unverdaut bleibt, daß dagegen die durch die chemische Analyse ermittelten sog. stickstofffreien Extraktstoffe die Gesamtmenge der wirklich verdauten stickstofffreien organischen Substanz des Rauhfutters annähernd repräsentieren. Nach den Ergebnissen der erwähnten und weiteren Versuche muß man die Idee, den gesamten Nahrungswert der einzelnen Futtermittel in einigermaßen feststehenden Zahlen auszudrücken, ganz aufgeben. Das Hauptgewicht bei der rationellen Ernährung der Tiere ist auf die für jeden besonderen Nutzungszweck derselben nach den Resultaten exakt ausgeführter Versuche festzustellenden Fütterungsnormen zu legen.

In den Fütterungsnormen, welche zuerst von Grouven für den Gebrauch in der Praxis berechnet wurden, hat man längere Zeit hindurch als sog. Nährstoffe das Rohproteïn und die stickstoff-

freien Extraktstoffe inkl. Rohfett, oft auch das letztere für sich besonders aufgeführt. Es erklärt sich dies aus dem Umstand, daß die Fütterungsnormen zuerst zu einer Zeit in Vorschlag gebracht wurden, wo man von der Verdaulichkeit des Futters der landwirtschaftlichen Tiere noch keine genügende Vorstellung hatte. Die betreffenden Zahlen fanden überall in der Praxis Anklang und rasche Verbreitung und wurden auch später noch beibehalten, ungeachtet wir durch die von Henneberg und Stohmann erlangten Versuchsresultate, sowie durch spätere Forschungen über den Nährstoffgehalt der Futtermittel zu ganz anderen und richtigeren Ansichten gelangen. Man scheute sich, sobald wieder wesentliche Veränderungen der Zahlenverhältnisse in den Fütterungsnormen vorzunehmen oder wollte zu diesem Behufe erst weitere Aufklärungen durch fortgesetzte tierphysiologische Versuche abwarten. Wolff erachte es aber für notwendig, ohne Bedenken in der angedeuteten Richtung vorzugehen und hat daher in der vorliegenden Schrift, schon bei der ersten Ausgabe derselben im Jahr 1874, alle Erörterungen und Berechnungen auf die verdauliche Futtersubstanz, auf den wirklichen Nährstoffgehalt der Futtermittel basiert.

In den Tabellen über Futtermittel und Fütterungsnormen sind überall die aus den Resultaten direkter Fütterungsversuche abgeleiteten Koëffizienten für die Feststellung der als Nährstoffe anzusehenden Futterbestandteile benutzt worden. Freilich konnte man dabei bezüglich vieler Futtermittel, über welche noch keine direkten Versuchsresultate vorhanden sind, nur durch sorgfältige Vergleichung und Abwägung aller Verhältnisse zu vorläufig annehmbaren Zahlen gelangen. Es liegt in der Natur der Sache, daß immer nur mehr oder weniger richtige Zahlen sich ergeben, und wenn auch zu den jetzt schon ausgeführten Einzelversuchen über die Verdaulichkeit des Futters ein weiteres Tausend hinzukommt, so wird immer noch vieles zu erforschen übrig bleiben. Ein Hauptverdienst Wolffs ist, daß in dieser Hinsicht ein Anfang gemacht, eine Grundlage gegeben wurde, welche in Zukunft, ohne daß gewaltsame Veränderungen vorzunehmen sind, immer mehr sich befestigen und erweitern läßt. Solches hat in neuerer Zeit mit Bezug auf die verdauliche Eiweißsubstanz durch die Auffindung von Amidkörpern, überhaupt von organischen Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger Natur in vielen Futtermitteln als notwendig sich ergeben, obgleich es nicht möglich ist, darauf schon jetzt bei Futterberechnungen in jeder Hinsicht genügende Rücksicht zu nehmen.

Die Rechnung mit den Rohnährstoffen des Futters konnte höchstens eine Zeitlang als Notbehelf dienen und mußte das Be-

streben erwecken, sobald wie möglich etwas Besseres, wenn auch an sich noch Unvollkommenes an deren Stelle zu setzen. Die darauf basierten Fütterungsnormen führten zu Futtermischungen von ganz verschiedenem Nährstoffgehalt, je nachdem mehr oder weniger Rauhfutter oder leichter verdauliches Futter in die betreffende Mischung aufgenommen worden war. Diese Unsicherheit fällt großenteils weg, wenn man nur die wirklichen Nährstoffe bei den Fütterungsnormen und allen Futterberechnungen in Ansatz bringt und außerdem noch die Gesamtmenge der Trockensubstanz oder der organischen Substanz berücksichtigt.

Indem man den Nährstoffbedarf und das Nährstoffverhältnis für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung mit verdaulichen Futterbestandteilen normiert, gelangt man zu einer schärferen Charakteristik der einzelnen Futtermittel, werden die von den Physiologen zunächst am Fleischfresser erforschten Gesetze der Fleisch- und Fettbildung in ihrer Giltigkeit auch für den Pflanzenfresser leicht verständlich, gewinnen überhaupt die Grundlagen der ganzen Fütterungslehre wesentlich an Klarheit.

Was endlich die neueste Phase in der Entwickelung der Fütterungslehre betrifft, die Erforschung und Nutzbarmachung der Energieverwertung im tierischen Organismus, so ist von ihr in Rücksicht auf den für diese Schrift begrenzten Raum bereits in dem Kapitel über den Kraftwechsel genügend ausführlich die Rede gewesen. Daher sei hier nur nochmals darauf hingewiesen, daß zwar noch eine große Reihe von Fragen über die Energieverwertung der endgiltigen Lösung durch experimentell erbrachte Beweise harrt; aber das bereits als gesicherte Erkenntnis Erworbene ist von so großer Bedeutung, daß wir ihm einen wesentlichen Einfluß auf die ganze Ausgestaltung unserer Ernährungsprinzipien einräumen müssen und dabei in vielen Fällen zu klareren Anschauungen über die Wirkung verschiedener Futtermittel, sowie über das Ernährungsbedürfnis der Tiere gelangen, als wenn wir nur die Thatsachen des Stoffwechsels beachten würden. Freilich ist sehr zu wünschen, jedoch auch sicher zu hoffen, daß in der nächsten Zeit durch exakte Untersuchungen viele der noch vorhandenen Lücken unseres Wissens in der angedeuteten Richtung ausgefüllt werden.

Anhang.

I. Tabelle über die mittlere Zusammensetzung der Futtermittel und deren Gehalt an verdaulichen Bestandteilen.*)

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe: Protein	Rohnährstoffe: Fett	Rohnährstoffe: Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohnährstoffe: Rohfaser	Verdauliche Nährstoffe: Stickstoff-haltige	Verdauliche Nährstoffe: Fett	Verdauliche Nährstoffe: Stickstofffreie	Verdauliche Nährstoffe: Summa Nährstoffe	Darin: Amid	Darin: Cellulose	Geldwert pro 100 Kilo M
I. Grünfutter.												
a) Gräser.												
Hafer, im Schossen	19,0	2,4	0,5	8,0	6,6	1,4	0,2	8,5	8,6	0,2	3,6	0,72
Gras, Fettweide	22,0	4,5	1,2	10,1	4,0	3,4	0,7	11,0	14,6	1,1	2,9	1,35
„ Weide	20,0	3,5	0,8	9,5	4,2	2,5	0,4	9,9	13,1	0,9	2,6	1,14
Gras, von Wässerwiesen	19,2	3,5	0,7	8,4	4,9	2,4	0,4	9,5	11,3	0,9	3,2	1,01
Knaulgras	32,0	3,1	0,9	17,0	9,0	1,9	0,5	15,5	16,2	0,5	4,8	1,26
Mais, amerikanischer	17,2	1,4	0,4	8,9	5,0	0,7	0,2	8,2	8,0	0,3	2,7	0,59
„ früher	19,4	1,7	0,5	10,4	5,6	1,0	0,3	9,8	10,0	0,4	3,1	0,75
Mohar	26,0	3,1	0,6	11,5	8,8	1,8	0,3	12,0	11,8	0,7	5,0	1,08
Roggen, Futter-	24,0	3,0	0,8	12,0	6,7	1,8	0,4	12,4	13,0	0,7	4,4	1,07
Raigras, englisches	26,5	3,0	0,8	12,0	8,2	1,6	0,3	12,0	12,0	0,5	4,7	0,95
„ italienisches	26,0	3,4	1,0	12,0	6,8	2,1	0,4	12,5	13,7	0,5	3,7	1,13
Sorghum	21,5	2,3	0,6	10,8	6,6	1,4	0,3	10,8	11,1	0,4	3,7	0,87
Süßgräser, mittel	28,0	3,3	0,8	12,4	9,4	1,9	0,4	13,2	13,7	0,5	4,8	1,10
Timotheegras	30,0	2,5	0,7	14,8	10,0	1,2	0,3	15,0	14,4	0,4	5,1	1,05
b) Klee und ähnliche.												
Bockharaklee, jung	16,0	4,0	0,7	6,0	3,1	2,7	0,3	5,3	8,1	1,1	1,3	0,84
Esparsette	19,0	3,7	0,7	7,6	5,8	2,7	0,5	8,3	11,0	0,9	2,3	1,04
Hopfenklee	20,0	3,5	0,8	8,2	6,0	2,2	0,5	8,7	10,5	0,8	3,0	0,95
Inkarnatklee	18,5	2,9	0,6	7,2	6,0	1,6	0,3	7,5	8,6	0,6	2,5	0,74
Luzerne, sehr jung	19,0	5,5	0,7	6,5	4,4	4,3	0,3	6,7	10,8	1,6	1,9	1,22
„ Beginn der Blüte	24,0	4,3	0,8	8,7	8,2	3,1	0,3	9,0	11,2	1,2	3,2	1,10
Rotklee, vor der Blüte	18,0	3,4	0,7	7,9	4,5	2,4	0,4	7,8	9,9	0,9	2,5	0,91
„ volle Blüte	20,0	3,1	0,6	9,1	5,8	1.7	0,4	9,0	10,2	0,6	2,9	0,86
Sandluzerne	22,0	3,8	0,7	7,8	7,9	3,0	0,3	7,9	10,1	0,9	3,0	1,01
Schwedischer Klee	17,5	3,4	0,7	6,2	5,6	2,2	0,3	6,6	8,4	0,7	2,3	0,80
Serradella	19,0	3,7	0.8	7,0	5,7	2,5	0,5	6,4	8,9	0,7	2,5	0,88
Steinklee	20,3	4,1	0,8	7,3	5,7	2,6	0,4	7,8	10,0	0,8	2,8	0,96
Weideklee	16,6	4,3	0,9	7,0	2,9	3,2	0,5	6,7	11,3	1,1	1,5	1,06
Weißklee, in der Blüte	19,5	4,0	0,8	7,5	5,2	2,6	0,5	7,8	10,1	0,8	2,5	0,98
Wundklee	18,0	2,5	0,5	8,2	5,5	1,5	0,2	8,2	8,8	0,6	2,7	0,74
c) Hülsenfrüchte.												
Ackerbohnen	15,0	3,4	0,6	6,3	3,2	2,5	0,4	5,7	8,4	0,8	1,5	0,85
Erbsen	18,5	3,5	0,6	7,4	5,5	2,4	0,3	7,2	9,0	0,7	2,7	0,86

*) Vgl. die Bemerkungen auf S. 203 ff.

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoffhaltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
Futterwicken	18,0	3,7	0,6	6,6	5,5	2,6	0,3	6,7	8,7	0,7	2,7	0,92
Lupine, gelbe, Anfang des Schotenansatzes	15,0	3,2	0,4	6,1	4,5	2,2	0,2	7,0	7,9	1,3	3,5	0,77
Peluschke	16,5	4,2	0,6	5,1	5,0	2,9	0,4	5,3	7,9	1,0	2,5	0,86
Platterbse (L. silv.), v. d. Blüte	17,0	5,1	0,4	5,6	4,9	3,8	0,2	6,1	9,2	1,1	2,4	1,06
Vogelwicke	25,0	6,0	0,7	11,6	5,0	4,3	0,4	10,2	14,2	1,5	2,5	1,43
Wicklinse	16,2	3,9	0,5	6,7	3,4	2,9	0,3	6,0	8,6	0,9	2,0	0,91
d) Sonstige Futterpflanzen.												
Ackerspörgel	20,0	2,3	0,7	9,7	5,3	1,5	0,3	9,8	10,3	0,4	3,3	0,83
Buchweizen	15,0	2,4	0,6	6,5	4,1	1,5	0,4	6,6	7,8	0,4	2,5	0,68
„ Ende der Blüte . .	26,6	1,8	0,7	15,3	6,2	1,0	0,3	11,6	11,8	0,2	3,1	0,87
Futterdistel, ganz jung	13,3	2,9	0,9	6,1	1,4	2,2	0,6	6,0	9,1	0,3	1,0	0,65
Heidekraut	45,2	3,7	3,0	15,1	19,7	1,9	1,0	15,6	16,6	0,3	6,5	1,29
Raps, Winter-	14,1	2,8	0,8	5,7	3,5	2,0	0,5	5,8	8,0	0,6	1,9	0,76
Senf	17,0	2,5	0,5	7,2	5,4	1,7	0,3	7,4	8,4	0,5	2,7	0,74
Stechginster (Ulex)	50,0	5,2	1,2	17,1	24,0	2,2	0,5	19,9	18,5	0,5	9,6	1,44
Symphytum (Beinwell) . . .	12,3	3,0	0,4	5,0	1,7	1,8	0,3	4,6	6,9	0,7	0,3	0,66
Wasserpest	12,0	2,2	0,3	5,1	2,0	1,4	0,1	4,5	5,6	0,2	1,0	0,53
e) Kraut, Blätter.												
Futterkohl	14,3	2,5	0,7	7,1	2,4	1,8	0,4	7,4	9,3	0,6	1,7	0,81
Kartoffelkraut, Oktober	22,0	2,3	1,0	9,7	6,0	1,0	0,3	8,3	8,8	0,4	2,3	0,68
„ Juli-August . .	15,0	3,6	0,7	6,2	3,0	2,1	0,2	5,2	7,1	0,7	1,4	0,71
Kohlrabiblätter	14,3	3,0	0,5	7,3	1,7	2,1	0,2	7,1	9,1	0,7	1,1	0,83
Kohlrübenblätter	11,6	2,1	0,5	5,2	1,6	1,5	0,3	5,1	6,8	0,5	1,0	0,61
Mohrrübenblätter	18,0	3,3	0,9	7,2	3,0	2,2	0,5	7,0	9,6	0,6	1,7	0,88
Runkelrübenblätter	11,0	2,4	0,4	4,6	1,6	1,6	0,2	4,4	6,0	0,7	1,0	0,58
Strunkkraut	12,4	2,3	0,2	6,8	2,0	1,7	0,1	6,3	7,6	0,5	1,3	0,70
Topinamburkraut	32,3	3,4	1,0	17,5	5,4	2,0	0,6	15,4	17,7	0,3	2,2	1,37
Weißkraut	10,0	1,9	0,2	4,9	1,8	1,4	0,1	4,9	6,0	0,5	1,0	0,56
Zuckerrübenblätter	12,0	2,6	0,4	4,4	2,2	1,7	0,2	4,6	6,2	0,4	1,2	0,60
f) Baumlaub und Reisig.												
Birkenlaub (August)	45,0	7,9	3,9	24,7	6,9	4,8	2,5	20,0	28,9	0,9	3,7	2,44
Buchenlaub	43,0	6,9	1,5	21,7	9,8	2,3	0,6	15,0	16,9	0,7	3,5	1,36
Hopfenlaub und -Stengel . . .	34,0	4,7	1,3	14,7	9,2	3,0	0,9	13,2	16,5	0,8	3,8	1,39
Pappellaub (Oktober)	45,0	5,8	4,6	21,3	9,3	3,2	3,0	17,1	25,9	0,8	3,1	2,05
Reisig*) im Winter	75,0	4,6	1,9	40,3	26,7	0,7	0,3	20,1	19,5	0,1	4,0	1,31
„ im Frühling	70,0	2,6	1,4	36,2	28,2	0,3	0,2	13,7	13,1	0,1	2,8	0,86
„ mit Laub, Juli, Pappel	76,4	6,0	2,6	34,4	30,4	2,3	1,1	25,7	26,5	0,3	8,2	1,96
II. Dürrheu.												
a) Wiesenheu.												
Beste Gräser u. Legum., sehr jung	84,0	15,0	3,5	38,0	20,0	11,5	2,2	40,9	51,1	4,5	13,2	4,68
„ „ „ „ reif . .	85,0	12,0	2,3	39,5	24,0	7,5	1,3	40,0	43,7	2,0	13,9	3,70
„ „ „ „ alt . .	86,0	8,5	2,0	39,0	30,3	4,4	1,0	39,3	38,5	1,0	15,2	2,99
Gute Gräser, sehr jung	84,0	13,0	3,0	40,0	20,8	9,4	1,7	42,5	48,9	3,3	14,1	4,27
„ „ reif	85,0	10,0	2,0	42,0	26,0	6,0	1,0	42,5	43,2	1,6	15,3	3,50
„ „ alt	86,0	7,0	1,7	38,3	34,0	3,5	0,8	38,4	34,9	0,7	17,7	2,55
Gräser u. Kräuter II. Qul. s. jung	84,0	12,0	2,8	41,2	21,0	8,2	1,6	42,7	47,7	3,0	13,9	4,05
„ „ „ reif .	85,0	9,5	2,0	42,0	26,0	5,5	1,0	40,8	41,3	1,6	14,8	3,30
„ „ „ alt .	86,0	7,0	1,7	38,0	34,3	3,4	0,7	36,9	33,4	0,7	17,1	2,54
Viel Scheingräser und Gräser III. Qul., s. jung	84,0	11,0	2,5	38,0	25,5	6,9	1,3	41,5	43,8	2,2	15,3	3,63
„ „ reif .	85,0	9,2	2,0	40,0	28,0	5,0	0,9	38,0	38,2	1,4	14,0	3,03
„ „ alt . .	86,0	6,0	1,5	38,0	35,5	2,6	0,5	34,6	30,6	0,5	15,6	2,25
b) Gräser.												
Alpenheu	85,7	13,5	3,9	39,4	22,7	9,2	2,3	40,9	48,7	3,1	13,9	4,24
Grummet	85,7	11,7	3,1	42,3	22,0	7,4	1,4	42,3	46,5	1,8	13,2	3,87

*) Halbtrocken, bis 2 cm Durchmesser.

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoffhaltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
Moorwiesenheu	89,0	9,2	2,4	41,2	26,7	5,1	1,3	44,0	44,4	1,3	15,7	3,45
Salzwiesenheu	88,3	8,1	2,7	41,7	28,4	4,3	1,4	41,0	40,5	1,0	16,4	3,10
Saueres Wiesenheu	87,0	7,6	4,6	35,7	32,8	3,4	1,5	35,7	35,3	1,0	14,8	2,66
Waldgrasheu	85,0	8,7	2,1	43,2	26,0	5,0	1,1	42,9	42,9	1,8	15,3	3,44
Futterroggen, im Schossen	87,0	10,1	2,8	39,0	30,0	6,4	1,3	45,0	45,0	1,7	19,0	3,65
Glanzgras, Havelmiliz	87,5	5,5	1,2	36,4	38,0	3,3	0,6	40,8	34,4	0,7	19,0	2,59
Hafer, blühend	88,5	7,5	2,4	42,4	30,1	3,8	0,9	38,9	37,5	1,5	14,7	2,85
Hirse	86,0	7,5	1,5	42,5	28,5	4,5	0,8	40,8	38,3	1,5	17,7	2,99
Mohar	86,6	10,8	2,2	38,5	29,4	6,1	0,9	41,0	40,5	2,0	17,6	3,22
Raigras, engl.	85,7	10,2	2,5	36,3	30,2	5,1	0,8	35,4	34,7	2,0	15,4	2,83
„ franz.	86,0	11,2	2,3	32,5	30,1	5,6	0.7	33,5	32,8	2,2	16,0	2,77
„ ital.	85,7	11,2	3,2	40,6	22,9	7,1	1,4	41,5	44,5	2,2	14,9	3,70
Süßgräser, mittel	85,7	9,5	2,6	39,1	28,7	5,3	1,1	40,9	40,2	1,5	17,3	3,21
Sauergräser, Carex	86,0	9,1	2,1	45,9	25,2	4,5	0,9	34,9	35,6	0,9	12,0	2,81
„ Equisetum	86,0	14,9	1,7	43,3	14,7	8,9	0,9	27,0	35,1	1,5	6,0	3,33
„ Juncus	86,0	11,8	1,8	44,3	23,1	6,0	0,7	33,0	35,2	1,2	11,0	2,97
„ Scirpus	86,0	9,2	1,9	50,7	22,0	4,7	0,8	34,0	35,6	1,0	10,0	2,84
Schafschwingel	85,8	10,4	2,9	34,6	33,2	5,2	1,1	34,0	33,8	1,9	16,0	2,79
Timotheegras	87,0	7,0	2,2	46,0	27,3	3,6	1,1	45,2	43,5	1,0	15,7	2,57
Trespe, Schradersche	85,7	9,7	2,2	41,6	22,8	5,4	0,9	39,0	39,9	2,0	13,3	3,20
c) Klee und kleeartige Pflanzen.												
Bokhara-(Stein-)klee, jung	86,0	16,5	2,8	27,4	31,0	8,3	1,6	31,6	36,9	5,3	13,6	3,38
Esparsette, Anfang der Blüte	84,2	15,4	3,2	34,0	24,9	10,9	2,1	35,9	46,5	3,1	10,5	4,31
„ in der Blüte	84,8	13,3	2,5	34,5	28,5	9,3	1,6	35,7	43,6	2,0	10,3	3,93
Hopfenklee, Med. lup.	83,3	14,6	3,3	33,2	26,2	9,2	2,0	36,3	43,7	2,0	13,1	3,92
Horn-(Schoten-)klee	87,5	15,0	3,5	38,2	23,5	8,2	1,8	35,9	42,5	2,0	11,7	3,72
Inkarnatklee	83,3	12,2	3,0	34,6	26,0	6,2	1,4	34,9	38,5	2,6	11.9	3,21
Luzerne, Anfang der Blüte	83,5	16,0	2,5	31,6	26,6	12,3	1,2	33,5	43,0	3,9	11,3	4,23
„ in der Blüte	84,3	14,4	2,5	31,3	29,0	10,0	1,0	33,5	39,6	3,6	12,5	3,76
Rotklee, vor der Blüte	84,0	15,5	3,0	36,0	22,0	11,2	1,9	37,6	47,6	3,8	11,6	4,82
„ in der Blüte	84,0	12,5	2,5	38,0	25,0	8,1	1,4	38,3	43,9	2,6	11,7	3,79
„ Ende der Blüte	85,0	9,0	2,0	38,0	30,5	4,9	1,0	37,3	38,5	1,0	12,2	3,05
Sandluzerne, Anfang der Blüte	83.3	15,2	3,0	28,9	30 1	11,7	1,2	33,1	41,2	3,5	12,9	4,08
Schwedischer Klee	84,0	15,0	3,3	32,7	27,0	8,6	1,8	34,8	41,5	2,7	12,3	3,71
Serradella, in der Blüte	84,0	15,2	3,1	33,1	25,6	10,5	2,5	31,5	42,2	2,2	11,5	3,99
Weißklee	83,5	14,5	3,5	33,9	25,6	8,1	2,0	35,9	42,7	2,5	12,2	3,72
Wundklee, Anfang der Blüte	83,5	11,0	2,5	36,0	27,5	6,4	1,4	36,8	39,7	1,6	13,8	3,31
„ in der Blüte	84,0	10,0	2,2	38,0	28,2	6,0	1,1	37,8	39,9	1,2	13,0	3,28
d) Hülsenfrüchte.												
Erbsen, Anfang der Blüte	84,0	20,0	2,8	30,6	23,3	14,9	1,7	34,2	46,8	3,8	12,8	4,83
„ in der Blüte	83,3	14.3	2,6	34 2	25,2	9,4	1,6	33,1	40,0	3,5	12,6	3,72
Futterwicke, Anfang der Blüte	83,8	19,5	2,6	28,9	23,5	15,0	1,6	31,3	43,8	4,5	12,6	4,66
„ in der Blüte	83,3	17,0	2,4	29,5	26,1	11,0	1,4	30,6	38,5	4,0	12,9	3,82
Hainwicke, Anfang der Blüte	86,0	21,9	2,9	35,6	20,2	15,3	1,7	34,6	48,5	5,3	11,0	4,99
„ in der Blüte	84,0	21,0	2,8	34,2	20,8	15,0	1,8	33,5	47,3	5,0	11,0	4,88
Lupinen, Anfang der Blüte	84,0	18,5	2,3	31,6	26,5	13,7	1,2	39,0	45,9	5,2	19,3	4,62
„ halb abgeblüht	84,0	15,3	2,1	33,1	29,0	10,2	1,0	38,6	41,8	4,5	18,8	3,92
Platterbse (Lath. silv.)	84,0	20,0	3,5	28,8	26,0	14,3	2,4	31,6	45,2	4,8	13,0	4,66
Sandwicke	86,0	23,0	2,5	25,5	27,5	18,3	1,5	29,8	45,1	5.5	13,2	5,15
Sojabohne	84,0	16,5	2,2	23,8	35,5	10,6	0,4	43,9	49,3	3,3	14,4	4,44
Vicia dumetorum	84,0	21,2	2,8	35,2	19,6	15,4	1.9	37,6	52.2	5,2	10,8	5,24
Vogelwicke, Anfang der Blüte	84,4	23,1	1,2	37,4	16,4	16,2	0,5	38,5	50,6	5,4	10 5	5,24
Vogelwicke	83,5	17,3	2,0	34,6	25,3	12,1	1,3	38,4	47,0	4,0	13,2	4,49
Wickhafer	83,3	12,6	2,3	33,2	28,0	7,2	1,1	35,0	37,1	2,0	15,4	3,25
Wicklinse	84,0	20,3	2,4	35,0	17,5	14,2	1,5	36,8	50,2	3,8	8,8	4,94
Zaunwicke	84,0	19,2	2,4	28,9	27,5	14,6	1,5	34,4	45,5	4,6	14,1	4,71
e) Sonst. Futterpflanzen.												
Ackerspörgel	83,3	12,0	3,0	36,8	22,0	7,6	1,8	36,9	42,2	1,6	13,1	3,63
Buchweizen	87,0	10,5	1,7	38,1	30,1	6,5	0,9	38,1	38,3	2,0	17,0	3,23

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe: Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Verdauliche Nährstoffe: Stickstoffhaltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Darin: Amid	Cellulose	Geldwert pro 100 Kilo M
Raps	84,0	15,5	5,5	33,0	20,0	9,8	2,9	34,5	45,8	3,1	11,0	4,13
Senf, weißer	84,0	11,2	2,5	36,6	26,2	6,9	1,4	36,8	40,3	2,3	13,5	3,42
Stechginster	85,0	9,0	2,0	28,7	41,8	3,6	0,9	33,9	31,3	0,9	16,7	2,43
Symphyt. (Beinw.), v. d. Blüte	85,0	20,7	2,7	35,1	11,5	12,0	1,8	31,8	47,0	4,5	2,1	4,48
Wasserpest	83,0	15,3	1,9	35,5	19,9	9,0	0,7	31,1	38,5	1,5	6,6	3,56
f) Kraut, Blätter.												
Brennessel, Urt. dioica	88,6	18,3	7,7	38,0	10,6	12,8	4,9	36,0	57,6	—	6,0	5,27
Kartoffelkraut	90,0	9,4	2,4	38,6	28,0	3,8	0,6	33,5	33,5	—	10,3	2,59
Rebenlaub (Herbst)	88,0	11,4	5,7	52,9	8,0	6,7	4,5	37,4	53,4	—	3,0	4,23
Topinamburkraut	87,5	14,4	3,5	42,9	14,9	8,6	1,7	41,2	49,5	1,4	8,8	4,20
g) Baumlaub u. Reisig.												
Birkenlaub (Juli)	88,0	15,6	1,6	42,1	20,0	8,9	0,6	35,0	41,7	2,5	7,1	3,75
Buchenlaub (Juli)	88,0	15,6	1,7	42,8	20,0	8,7	0,6	35,0	41,6	2,5	6,9	3,72
Hopfenlaub mit Stengel	89,4	12,5	3,5	38,1	24,5	8,0	2,5	34,7	44,9	2,0	7,6	3,85
Hopfen, ausgebraut	85,0	15,8	6,0	40,5	18 7	5,0	3,9	23,1	36,1	—	2,8	2,92
Pappellaub (Oktob.)	84,0	10,8	8,7	39,6	17,4	6,0	6,9	31,8	51,6	—	5,6	4,04
Reisig von Buche	89,9	4,5	1,6	42,7	38,5	1,2	0,2	9,6	8,9	—	2,7	0,71
" von Erle	93,1	7,1	1,7	42,5	39,0	3,5	0,4	12,0	15,0	—	3,0	1.38
" von Akazie	93,0	7,9	1,7	48,3	31,5	5,1	0,6	29,5	32,7	—	6,6	2,71
Ulmenlaub	88,0	15,9	2,9	49,9	8,6	11,6	0,7	45,6	56,4	3,0	4,9	5,01
III. Braunheu.												
Gute Gräser, hell	85,0	10,1	2,2	38,0	28,7	6,9	1,3	41,0	42,4	1,7	16,9	3,55
" schwarz	84,0	13,4	3,1	27,0	33,2	2,4	2,0	35,5	31,4	2,1	22,5	2,29
Esparsette	89,0	17,3	4,2	30,2	31,0	11,4	2,8	32,3	43,9	3,9	13,0	4,22
Luzerne	80,0	12,9	3,1	33,8	21,4	9,0	1,6	28,2	36,2	2,8	9,6	3,43
Mais	70,0	5,7	1,6	34,3	21,8	2,7	1,0	34,8	33,4	1,6	12,9	2,45
Rotklee, hell	84,0	13,5	2,4	35,0	26,6	8,2	1,4	32,0	37,3	2,9	12,5	3,39
" schwarz	85,0	17,0	2,6	30,0	27,6	3,8	1,8	22,7	34,3	3,5	12,9	2,65
IV. Silofutter, Preßfutter.												
a) Silofutter.												
Esparsette, sauer, hell	16,7	3,4	1,0	5,1	5,9	1,7	0,7	5,4	7,6	1,2	2,4	0,69
" " süß, dunkler	17,5	3,8	1,1	6,2	5,1	1,3	0,8	6,0	8,2	0,8	1,9	0,81
Futterroggen, sauer	13,1	1,6	0,5	5,7	4,4	0,9	0,3	6,0	6,3	0,4	2,6	0,51
Gräser, gute, sauer	22,5	2,6	1,1	9,2	7,1	1,7	0,7	9,6	10,9	0,8	4,2	0,90
Hafer, geschoßt, sauer	23,7	1,9	0,8	10,7	8,5	1,1	0,4	11,0	10,5	0,5	5,1	0,80
Grünmais, sauer	17,7	1,4	0,8	8,6	5,5	0,8	0,6	9,1	9,7	0,4	3,3	0,71
Kartoffelkraut, sauer	23,0	2,9	2,6	7,5	4,7	1,2	1,2	6,2	9,4	0,9	1,8	0,75
Lupinen, sauer	16,0	3,1	2,1	4,4	5,3	2,2	1,1	6,1	9,2	1,2	3,4	0,86
Luzerne, sauer	17,1	3,8	1,5	4,7	5,0	2,8	0,9	5,3	9,3	1,3	2,0	0,94
Rotklee, sauer, hell	20,8	4,2	2,2	6,4	5,9	2,8	1,5	7,1	12,0	1,3	2,9	1,11
" süß, dunkler	19,0	3,8	2,0	5,0	6,1	2,4	1,4	6,0	10,3	0,8	3,0	0,96
Runkelrübenblätter, sauer	21,2	3,0	1,1	9,6	3,0	2,0	0,7	6,8	9.6	1,3	1,7	0,86
Schwedischer Klee, sauer	24,6	3,3	1,8	10,6	6,7	2,0	1,2	9,4	12,6	1,1	3,3	1,05
Serradella, sauer	21,7	3,9	0,9	9,2	5,8	2,6	0,5	9,4	11,7	1,2	2,9	1,06
Topinamburkraut, sauer	22,3	2,3	0,5	10,1	6,0	1,2	0,5	9,1	10,0	0,5	3,0	0,78
b) Preßheu.												
Buchweizen, hell, säuerlich	29,7	2,4	0,8	16,5	7,8	1,5	0,5	14,6	16,3	0,9	3,9	1,21
Gras, " "	32,0	3,8	2,7	12,9	9,9	1,9	1,6	13,4	16,1	1,1	5,9	1,27
Lupinen, " "	19,7	2,9	1,0	4,9	9,5	1,8	0,6	8,1	8,7	1,1	5,2	0,78
Luzerne, " "	24,8	5,4	2,2	6,1	7,4	4,0	1,4	7,2	13,1	2,0	3,0	1,34
Mais, " "	19,6	2,0	1,5	7,5	7,0	1,1	1,0	8,8	10,3	0,7	4,0	0,79
Rotklee " "	30,0	5,6	2,0	11,6	8.5	3,9	1,3	11,6	16,7	1,9	3,8	1,55
" hell, süß	30,0	5,5	2,0	11,1	9,1	3,2	1,3	11,5	15,7	0,7	4,1	1,40
" braun	33,0	6,0	2,2	10,5	11,9	3,0	1,5	11,8	15,9	0,6	5,0	1,39
" tief-dunkel	35,0	6,4	2,3	11,2	12,6	2,0	1,5	12,0	14,9	1,2	5,3	1,20
Serradella, hell, säuerlich	31,7	7,0	1,5	13,5	10,4	4,5	0,9	15,6	19,2	2,5	6,2	1,78
Waldplatterbse	35,0	10,3	2,5	10,1	8,9	2,0	0,5	7,0	8,3	0,8	3,0	0,77
Wickhafer	18,7	3,4	0,8	6,6	5,5	2,0	0,5	7,0	8,7	1,2	3,0	0,80

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoff-haltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
V. Stroh.												
a) Halmfrüchte.												
Hafer	85,6	3,5	1,8	37,3	38,1	1,2	0,6	38,5	30,2	0,1	21,7	2,06
Hirse	85,0	4,6	2,5	35,5	35,0	1,4	0,9	33,1	27,0	0,2	19,3	1,87
Mais	85,0	3,0	1,0	36,7	40,0	1,1	0,3	40,5	30,3	0,1	24,0	2,05
Reis	85,6	5,6	2,0	28,8	36,4	2,5	0,9	30,9	25,2	0,2	20,8	1,90
Sommergerste	85,7	3,5	1,4	36,7	40,0	1,3	0,5	40,6	32,1	0,1	22,0	2,19
" mit Klee	85,7	6,5	2,0	32,5	38,0	3,2	1,0	37,1	32,2	0,7	20,9	2,44
Sommerhalmstroh, mittel	85,7	3,8	1,7	36,4	39,7	1,4	0,6	40,4	31,8	0,1	22,7	2,19
" sehr gut	85,7	6,9	2,5	32,9	36,7	2,5	0,8	36,9	31,2	0,2	20,2	2,29
Winterdinkel	85,7	2,5	1,4	31,8	45,0	0,7	0,4	32,1	22,5	—	22,5	1,51
Wintergerste	85,7	3,3	1,4	32,5	43,0	0,8	0,4	31,4	22,4	—	21,5	1,51
Winterroggen	85,7	3,0	1,3	33,3	44,0	0,8	0,4	36,5	26,2	—	24,2	1,75
Winterweizen	85,7	3,0	1,2	36,9	40,0	0,8	0,4	35,6	26,4	—	22,0	1,76
Winterhalmstroh, mittel	85,7	3,0	1,3	34,6	42,0	0,8	0,4	36,0	26,2	—	23,1	1,75
" sehr gut	85,7	4,5	1,4	36,7	37,8	1,2	0,4	34,4	26,1	0,1	20,9	1,80
b) Hülsenfrüchte.												
Ackerbohnen	82,0	9,2	1,0	32,2	35,0	4,7	0,5	34,4	33,0	0,8	14,6	2,67
Erbsen	86,2	8,8	1,5	33,8	35,7	4,3	0,8	32,5	31,6	0,8	14,1	2,54
Futterwicken	84,0	7,5	1,3	2[illegible],9	41,0	3,4	0,6	31,5	28,1	0,8	16 4	2,20
Gartenbohnen	85,0	8,0	1,3	39,0	29,2	3,8	0,7	30,1	30,1	0,7	11,7	2,42
Hü[illegible]senfruchtstroh, mittel	84,0	8,1	1,0	32,4	38,0	4,2	0,5	33,5	30,8	0,5	15,4	2,42
" sehr gut	84,0	10,2	1,3	33,2	34,2	5,0	0,6	34,6	33,5	1,0	15,0	2,75
Linsen	84,0	14,0	2,0	27,9	33,6	6,9	1,2	30,8	33,6	2,2	14,0	2,99
Lupinen	84,0	5,9	1,1	31,1	41,8	2,2	0,3	41,6	33,0	0,6	21,0	2,42
Platterbse (Lath. silv.)	86,0	12,[illegible]	2,9	33,6	32,7	6,0	1,5	31,2	34,2	2,0	13,1	2,92
Sanderbse	84,5	7,0	1,4	31,2	41,0	3,2	0,7	33,3	30,0	0,8	16,4	2,29
Sandwicken	88 0	6,8	1,2	33,2	40,1	3,0	0,6	34,0	0,3	0,7	16,1	2,29
Sojabohne	85,0	6,7	2,5	38,6	27,0	3,4	1,5	35,6	32,3	0,8	10,5	2,47
c) Sonstige Pflanzen.												
Buchweizen	84,0	4,5	1,2	34,3	38,0	2,2	0,5	33,6	28,6	0,5	16,8	2,08
Mohn	84,0	6,5	1,4	35 6	31,5	2,3	0,7	34,7	31,6	0,6	14,2	2,28
Raps	84,0	3,5	1,3	39,0	36,1	1,4	0,6	35,4	30,9	0,2	14,5	2,13
Samenklee	84,0	9,4	2,0	23,5	43,5	4,2	1,0	28,6	26,9	0,8	16,6	2,23
VI. Spreu und Hülsen.												
a) Halmfrüchte.												
Darihülsen	94,3	3,9	0,9	55,7	25,8	1,5	0,4	46,3	42,3	0,4	12,9	2,85
Dinkel	85,7	3,5	1,3	32,6	40,0	1,1	0,4	33,9	26,0	0,3	20,0	1,78
Hafer	86,0	4,5	2,1	38,8	30,3	1,7	1,0	32,6	29,9	0,5	13,6	2,10
Hirseschalen	88,0	4,8	2,2	29,0	40,8	1,9	1,0	30,5	26,8	0,5	16,0	1,93
Gerste	85,7	3,0	1,5	38,[illegible]	30,0	1,2	0,6	35,0	28,8	0,3	16,5	2,00
Grünkernspreu	90,2	2,3	1,5	50,6	29,2	0,9	0,6	40,0	35,0	0,4	14,6	2,33
Maiskolben, entkörnt	86,9	3,5	1,0	41,2	38,9	1,6	0,4	41,7	34,5	0,4	19,5	2,37
Reisschalen	90,3	3,4	1,4	27,0	42,8	1,2	0,5	31,4	25,0	0,3	17,5	1,73
Roggen	85,7	4,0	1,4	30,5	41,8	1,3	0,4	24,5	19,0	0,4	15,5	1,36
Weizen	85,7	4,5	1,6	37,0	32,6	1,4	0,7	22,8	19,8	0,4	12,1	1,42
b) Hülsenfrüchte.												
Bohnen	85,0	10,5	2,0	33,5	33,0	5,1	1,2	35,5	36,3	1,0	14,3	2,94
Erbsen	86,0	9,7	1,5	33,9	35,1	4,8	0,9	35,1	34,5	1,0	15,1	2,78
Linsenschalen	86,0	21,2	2,1	35,3	18,9	11,7	1,3	30,7	40,2	1,9	9,5	4,01
Lupinen	85,3	6,0	1,0	40,2	32,5	2,2	0,4	41,4	36,6	0,7	16,0	2,58
Sojabohne	86,0	5,1	1 3	42,5	29.0	2,2	0,8	45,8	42,5	0,6	14,7	2,96
Wicken	85,0	9,5	2,0	33,5	31,5	4,7	1,2	43,6	44,5	1,0	13,5	3,40
c) Sonstige Pflanzen.												
Buchweizen	86,8	4,6	1,1	35,3	43,5	2,1	0,6	27,9	34,8	0,5	13,1	2,46
Erdnußschalen	89,4	7,1	3,2	15,3	60,8	2,5	1,4	24,3	21,1	0,6	18,2	1,05
Lein	88,4	3,5	3,4	35,0	40,7	1,7	1,7	33,8	31,4	0,3	16,3	2,20
Leindotter	88,8	2,7	1,1	32,6	45,2	1,3	0,5	35,2	28,6	0,2	18,1	1,97
Raps	87,1	4,0	1,6	35,5	38,4	2,0	0,7	34,9	30,0	0,3	17,2	2,14

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstoffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoff-haltige	Fett	Stickstoffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
VII. Wurzeln und Knollen.												
Futterrunkeln, kleine	13,0	1,1	0,1	10,1	0,8	0,9	0,06	10,2	11,0	0,7	0,5	0,99
„ große	11,0	1,4	0,1	6,6	1,0	1,0	0,06	6,9	7,8	0,8	0,6	0,76
Kartoffeln, mittel	25,0	2,1	0,1	21,0	0,7	1,6	0,08	21,0	22,6	1,0	0,4	2,00
„ sehr wasserreich	18,0	1,7	0,1	14,7	0,6	1,3	0,06	15,1	16,4	0,8	0,3	1,46
„ weniger wasserreich	21,0	1,9	0,1	17,5	0,6	1,4	0,07	17,5	18,9	0,9	0,3	1,67
„ wasserarm	26,0	2,1	0,2	21,9	0,7	1,6	0,10	21,9	23,5	1,1	0,4	2,05
„ sehr wasserarm	32,0	2,5	0,2	27,2	1,0	1,9	0,12	27.6	29,5	1,2	0,5	2,56
„ mitt., gefr., ged., ges.	29,5	2,2	0.1	25,2	0,8	1,7	0,09	23,0	24,6	1,0	0,5	2,16
„ „ ged., gesäuert	31,4	1,6	0,0	28,0	1.0	1,1	—	27,0	27,8	0,8	0,6	2,31
„ roh, gesäuert	44,7	2 1	0,1	40,5	1,1	1,4	0,07	38,2	39,5	1,2	0,6	3,33
Kohlrabi	11,8	2,3	0,1	6,9	1,5	2,0	0,06	7,3	9,1	0,8	0,8	1,01
Kohlrübe	13,0	1,3	0,1	9,5	1,1	0,9	0,09	9,5	10,3	0,6	0,6	0,93
„ gesäuert	14,4	1,8	0,2	9,1	2,2	1,1	0,17	9,2	9,8	1,1	1,7	0,92
Mohrrübe	15,0	1,4	0,2	10,8	1,7	1,0	0,13	11,4	12,2	0,5	1,0	1,09
Pastinake	15,3	1,4	0,2	11,6	1,2	1,2	0,11	11,7	12,9	0,5	0,6	1,19
Riesenmöhre	13,0	1,2	0,2	9,6	1,2	1,0	0,1	10,4	10,6	0,5	0,9	1,02
Stoppelrübe	8,5	0,9	0,1	6,0	0,8	0,6	0,08	5,8	6,3	0,4	0,5	0,58
Topinambur	20,0	1,8	0,2	16,0	1,0	1,4	0,12	16,4	17,8	0,8	0,6	1,59
Turnips	8,0	1,1	0,1	5,3	0,8	0,7	0,08	5,2	5,8	0,5	0,5	0,55
Zuckerrübe	18,5	1,0	0,1	15,4	1,3	0,8	0,05	15,8	16,3	0,6	0,7	1,38
VIII. Körner und Früchte.												
a) Halmfrüchte.												
Dari (Sorgh. tart.)	88,9	10,2	3,1	71,3	1,7	8,2	2,5	67,2	81,0	—	0,8	11,80
Dinkel (Spelz)	85,2	10,0	1,5	53,5	16,5	7,5	1,1	42,7	49,5	—	6.6	7,61
„ -Kerne	85,5	13,5	2,0	66,8	1,5	12,2	1,7	64,1	80,0	—	0.8	12,64
Gerste, mittel	85,7	9,5	2,1	67,7	3,9	7,0	1,9	63,5	74,5	—	1,2	10,72
„ vollkörnig	85,7	8,9	1,7	70,4	2,5	6,5	1,6	64,6	74,5	—	0,8	10,61
„ flachkörnig	85,7	10,5	2,6	63,8	6,0	7,4	2,3	60,7	72,6	—	2,0	10,60
„ Futter, kleinkörnig	86,0	12,5	2,5	64,2	4,5	9,0	2,3	6,4	74,2	—	1,4	11,19
Hafer, mittel	86,7	10,5	4,8	58,0	10,3	8,3	4,0	47,3	63,9	0,5	2,6	9,79
„ flachkörnig	86,7	12,5	5,5	50,7	14,5	9,5	4,5	42,0	60,6	0,6	3,3	9,68
„ sehr vollkörnig	86,7	8,5	4,0	62,8	8,5	7,0	3,5	50,6	64,9	0,4	2,1	9,58
Hirse (Pan. mil.)	86,0	11,8	4,0	57,4	9,5	8,9	3,2	45,0	60,2	0,5	4,8	9,38
Mais	87,3	10,1	4,7	68,6	2,3	8,0	4,0	68,6	85,6	0,5	1,1	12,34
„ ganze Kolben	88,5	8,0	3,9	68,4	6,7	6,0	3,1	62,1	73,5	0,3	4,0	10,25
Moharhirse	87,6	10,0	4,1	58,6	11,6	7,6	2,7	49,7	60,9	0,4	5,8	9,23
Reis, geschält	86,0	7,7	0,4	75,2	2,2	6,9	0,3	72,7	79,7	0,7	1,1	11,31
Roggen, mittel	86,0	11,0	2,0	68,7	2,5	9,9	1,6	65,8	78,8	0,5	1,3	12,05
„ flachkörnig	86,0	14,0	2,5	63,6	4,0	12,2	2,0	61,5	77,5	0,6	1,9	12,30
„ vollkörnig	86,0	9,0	1,6	71,9	1,8	8,0	1,2	68,8	79,3	0,4	0,8	10,54
Sorghum (Durra)	84,8	9,8	3,3	67,5	2,5	7,8	2,7	57,1	70,7	0,5	1,3	10,47
Weizen, mittel	85,6	12,5	2,0	67,1	2,3	11,3	1,6	64,9	79,4	1,1	1,1	12,37
„ Sommer-	86,0	13,2	2,0	66,0	3,0	12,0	1,6	64,3	79,5	1,2	1,4	12,54
„ flachkörnig	85,6	14,0	2,0	63,2	4,5	12,7	1,6	62,6	78,2	1,3	2,0	12,55
„ vollkörnig	85,6	11,0	2,0	69,0	1,9	10,0	1,6	66,7	80,1	1,0	0,9	12,12
b) Hülsenfrüchte.												
Ackerbohnen	85,6	25,0	1,6	48,9	6,9	22,0	1,4	50,0	72,9	1,9	5,0	12,50
Erbsen	85,6	22,6	1,9	53,0	5,4	20,1	1,4	53,0	74,7	2,5	3,5	12,30
Linsen	85,7	24,6	2,2	50,7	5,2	22,2	1,9	51,1	86,2	1,8	3,4	13,98
Lupine, blau	86,0	29,5	6,2	36,2	11,2	26,3	5,2	41,3	75,0	3,0	10,1	13,70
„ weiße	86,0	29,4	7,2	34,2	12,2	26,1	6,1	40,5	75,6	2,9	11,1	13,74
„ gelbe	86,0	36,6	4,7	27,2	14,2	32,9	4,2	38,9	74,8	3,8	14,2	15,09
„ „ entbittert*)	34,0	16,7	2,2	7,3	7,1	15,0	2,0	12,9	29,1	—	7,1	6,34
„ „ „ lufttr.	86,0	42,3	5,5	18,4	18,0	38,1	5,0	32,7	75,8	—	18,0	16,32
„ schwarze	83,6	36,4	4,7	25,5	13,3	32,8	4,0	36,3	72,0	3,5	13,3	14,77

*) B. Fütter. a. Rind. ꝛc. etwa 25 % gering. W.

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoff-haltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
Platterbse (Lathyr. silv.)	88,4	25,0	1,9	54,5	4,1	22,6	1,6	53,4	79,4	2,5	2,7	13,35
Sandwicke	84,0	23,1	1,5	49,3	7,1	20,4	1,4	50,5	71,8	2,5	4,7	12,07
Serradella	91,3	22,0	7,3	37,5	21,0	16,5	6,2	28,8	57,0	2,7	6,3	9,69
Sojabohne	90,0	33,4	17,6	29,2	4,8	30,1	15,8	25,1	89,6	2,7	7,0	16,20
Wicken	86,6	26,4	1,8	48,6	6,6	23,3	1,6	50,0	74,6	2,9	5,0	12,99
Wickgerste	83,0	19,3	2,3	49,8	7,6	16,4	1,8	49,7	69,2	1,5	2,4	10,94
c) Ölfrüchte.												
Baumwollsamen	88,6	19,9	25,3	20,2	1,9	14,5	22,8	13,7	80,7	0,8	4,4	12,71
Buchecken	89,0	13,4	27,4	25,5	18,5	10,7	24,1	24,2	89,0	0,6	7,4	12,80
Erdnuß	93,3	29,0	45,2	6,2	9,9	24,5	42,2	7,7	131,5	1,5	4,0	20,96
Hanfsamen	89,4	17,3	33,0	21,4	13,5	13,0	29,8	22,7	103,8	0,9	6,7	15,07
Leindotter	91,6	21,5	30,0	21,8	11,5	17,2	27,0	21,0	100,1	1,1	5,7	11,36
Leinsamen	87,7	20,5	37,0	19,6	7,2	20,1	35,2	18,9	120,2	1,0	6,5	18,60
Mohnsamen	88,6	18,5	40,9	17,1	5,9	15,7	38,5	16,9	123,4	0,8	3,2	18,00
Palmkerne	92,2	8,4	49,	26,8	6,2	8,0	48,2	30,3	151,5	0,4	4,9	19,56
Rapssamen	90,4	19,5	43,7	15,0	8,2	16,1	42,2	15,3	131,0	1,0	3,3	19,00
Sesamsamen	94,9	19,6	41,4	17,1	9,2	17,0	38,1	16,1	117,6	1,0	4,1	17,73
d) Sonstige Samen 2c.*)												
Äpfel	15,2	0,4	0,3	12,5	1,5	0,3	0,2	11,2	11,6	—	0,6	0,95
Äpfeltrester, frisch	26,0	1,6	1,2	17,5	4,9	0,8	0,7	14,3	15,8	—	2,0	1,34
" getrocknet	85,2	5,6	3,3	49,1	21,4	2,8	2,0	43,0	46,3	—	8,6	4,01
" gesäuert	25,0	2,0	1,8	14,5	5,6	1,0	1,1	12,4	14,9	0,1	2,2	1,31
Birnen	16,2	0,3	0,2	12,0	3,4	0,2	0,1	13,2	12,7	—	1,7	1,01
Buchweizen**)	86,8	10,1	1,5	58,4	15,0	7,5	1,1	51,8	57,9	—	8,0	9,27
Eicheln, frisch	44,7	2,5	1,9	34,8	4,4	2,0	1,5	34,0	8,2	—	2,7	3,26
" geschält und getrocknet	83,0	5,1	4,0	67,4	4,5	4,1	3,2	63,5	33,9	—	2,8	6,34
Feld-Kürbis	9,1	1,3	0,4	5,2	1,7	1,0	0,3	5,8	76,9	—	1,1	0,68
Johannisbrod	87,0	4,0	2,0	73,3	5,9	2,7	1,1	74,2	77,2	—	4,6	6,37
Roßkastanien, frisch	50,8	4,3	1,6	41,3	2,0	3,4	1,3	38,1	44,0	—	1,2	3,92
" frisch, geschält	51,0	3,1	2,1	43 2	0,8	2,5	1,7	41,5	47,8	—	0,5	4,07
" geschält, getrocknet	85,4	7,0	4,3	68,6	3,4	5,0	3,5	65,2	78,9	—	2,1	6,76
Runkelrübe	86.1	11,9	5,3	28,8	33,2	7,2	3,2	29,4	38,5	—	11,6	4,10
Zuckerrübe	87,8	10,8	4,2	32,5	32,6	6,5	2,5	30,7	37,5	—	11,4	3,90
Zwetschen	18,8	0,8	0,3	11,6	5,4	0,6	0,2	12,6	12,8	—	1,8	1,08
Steinnuß	90,6	4,4	1,2	7,1	76,6	1,8	0,4	26,3	17,7	—	22,8	—
Viehmelone	8,6	1,2	—	5,2	1,5	0,9	—	5,6	6,0	?	1,0	0,60
IX. Gew. Produkte u. Abfälle.												
a) Mahlabfälle.												
Buchweizen-Schalenkleie, grob	81,8	9,8	2,3	34,0	33,0	6,3	1,6	32,2	37,3	0,5	9,9	5,21
" feine	88,0	15,2	4,5	50,0	11,3	11,4	3,4	42,7	60,4	1,6	3,7	8,68
Dinkelkernenkleie	87,0	14,0	4,3	54,9	8,2	10,9	3,8	47,1	66,0	1,4	2,1	9,17
Erbsenschalen (Kleie)	87,7	8,0	2,5	30,5	43,7	5,6	2,0	46,3	45,7	0,7	21,9	5,94
Erbsenkleienmehl	88,1	13,9	1,4	40,1	28,6	9,7	1,1	46,4	51,5	1,0	14,3	7,38
Erbsenmehl	88,6	23,6	3,5	53,5	4,5	20,9	2,8	55,4	81,5	2,5	2,9	12,75
Erdnußkleie	89,2	22,4	19,2	23,8	18,7	16,8	16,3	25,0	76,2	0,5	9,3	11,59
Erdnußschalen mit Kleie	92,0	8,2	4,1	16,3	53,2	4,9	2,4	24,2	26,7	—	16,1	3,83
Gerstfuttermehl	86,8	12,6	2,9	65,4	3,0	10,2	2,4	55,8	70,9	1,2	1,5	9,53
Gerstegriesmehl	87,5	12,2	3,3	60,2	7,2	9 5	2,6	50,0	64,5	1,2	2,4	8,71
Gerstekleie	87,7	10,3	3,3	50,6	16,5	7,8	2 5	41,0	52,7	1,1	4,1	7,13
Graupenabfall	89,1	13,4	3,9	52,2	13,2	10,7	2,7	48,4	62,3	1,8	6,6	8,73
Grünkernkleie	90,9	10,6	6,7	45,5	15,2	7,4	5,0	41,9	59,0	1,1	4,6	7,73
Haferhülsen	90,6	2,7	1,3	52,2	27,9	1,3	0,6	30,1	25,8	0,1	14,0	2,96
Haferfuttermehl, grobes	89,9	9,6	4,3	51,6	17,2	6,8	3,5	40,1	48,3	1,0	14,0	6,47
" feiner	89,7	13,6	5,6	53,5	11 0	10,5	4,5	44,8	61,8	1,4	8,6	8,65
Haferkleie	89,0	8,4	3,4	47,3	21,6	4,0	1,6	34,4	36,8	0,4	10,8	4,68
Hirseschalenkleie	89,4	4,4	3,6	28,3	41,6	2,4	2,0	25,4	27,4	0,2	10,4	3,37

*) Pr. d. Nährstoffeinh. — 7,7 Pf.
**) Mit Roggenpreis verglichen.

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe: Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Verdauliche Nährstoffe: Stickstoffhaltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Darin: Amid	Cellulose	Geldwert pro 100 Kilo M
Maiskleie	88,2	10,2	3,8	61,8	9,0	7,9	3,4	56,6	71,6	0,9	3,0	9,08
Reisfuttermehl	88,6	12,0	12,0	47,4	8,0	7,6	10,2	42,9	73,9	0,7	2,1	9,37
Reiskleie	90,1	5,3	2,7	39,7	30,0	2,6	1,3	28,6	29,8	—	9,0	3,65
Roggenfuttermehl	88,0	13,6	2,9	63,2	4,2	10,6	2,3	53,3	68,3	1,1	2,1	9,33
Roggenkleie	87,5	14,5	3,4	59,0	6,0	11,4	2,2	47,6	63,7	1,5	1,1	9,00
Roggenspitzkleie	89,0	16,0	5,0	51,0	12,0	12,0	3,5	42,0	61,4	1,7	2,0	8,91
Sorghumkleie	89,5	13,8	4,5	65,8	3,4	11,0	3,2	54,0	72,0	1,3	1,4	9,82
Weizenfuttermehl	87,4	14,2	3,2	62,9	4,4	11,7	2,7	54,4	71,5	1,4	2,2	9,89
Weizenkleie, feine	87,9	14,1	4,2	58,2	7,3	11,0	2,9	47,2	64,0	1,4	2,4	8,96
" grobe	86,4	13,6	3,4	54,9	8,9	10,6	2,4	44,4	59,7	1,3	2,1	8,43
b) Gärungsgewerbe.												
Biertreber, frisch	23,8	5,1	1,7	10,7	5,1	3,7	1,4	8,8	14,9	0,1	2,0	1,72
" getrocknet	90,5	20,6	7,0	42,2	16,0	14,4	5,7	32,8	57,8	0,9	6,2	6,70
Bodenteig	33,4	3,1	0,5	28,2	0,8	2,5	0,4	25,8	28,1	?	0,4	2,62
Darrmalz, ohne Keime	92,5	9,4	2,3	69,8	8,7	7,5	1,8	67,2	76,8	2,0	4,4	7,08
Grünmalz, mit Keime	52,5	6,5	1,5	38,5	4,3	5,2	1,2	36,9	43,9	1,3	2,2	4,19
Maiskeime	85,7	24,9	12,2	37,2	5,3	20,8	11,2	35,3	82,4	7,3	3,2	9,63
Malzkeime (Gerste)	88,2	23,3	2,1	42,8	12,4	19,1	1,0	49,5	65,1	7,0	11,8	8,00
Brennereitreber, getrocknet	93,1	22,1	5,3	40,6	14,7	16,1	4,5	31,9	55,9	1,2	5,8	6,81
Kartoffelschlempe	5,6	1,4	0,2	2,7	0,6	1,4	0,2	3,2	4,6	0,4	0,6	0,57
" getrocknet	87,4	21,8	3,9	41,3	9,4	21,8	3,9	50,7	77,2	5,4	9,4	9,32
Maisschlempe	9,0	2,3	1,0	4,4	0,8	1,8	0,9	4,4	8,2	0,1	0,4	0,91
" getrocknet	89,9	22,9	10,0	44,2	7,9	18,3	9,0	43,8	81,7	1,0	4,0	9,18
Melasseschlempe	10,0	2,8	—	4,1	—	2,8	—	4,1	6,9	2,3	—	0,96
Reisschlempe, getrocknet	85,1	14,2	0,5	68,8	1,0	12,8	0,5	65,9	79,6	0,5	0,5	8,10
Roggenschlempe	9,0	2,3	0,5	4,8	0,9	1,8	0,4	5,1	7,6	0,4	0,5	0,86
" getrocknet	90,5	23,0	5,1	48,2	9,2	18,4	4,6	51,0	77,9	4,0	4,9	8,87
" bei Hefefabr.	5,2	1,0	0,3	3,1	0,4	0,8	0,2	3,0	4,2	0,2	0,2	0,45
Weizenschlempe	9,5	2,7	0,5	5,0	0,8	2,2	0,4	4,9	7,9	0,4	0,4	0,95
" getrocknet	88,0	25,0	4,7	46,1	7,4	20,0	4,2	45,2	73,5	3,0	3,7	8,76
c) Stärkefabrikation.												
Kartoffelfaser (Pülpe)	14,0	0,8	0,1	11,7	1,0	0,7	0,1	11,8	12,4	0,1	0,6	1,06
" getrocknet	89,9	3,5	0,4	68,1	11,9	3,2	0,3	73,2	73,1	0,4	7,9	6,12
" gesäuert	16,0	1,2	0,2	12,5	1,4	1,0	0,1	12,4	13,2	0,3	0,8	1,17
Kleber, trocken	88,4	68,6	5,0	12,9	0,3	66,8	4,2	12,8	89,6	6,5	0,1	17,22
Maisschlamm, trocken	87,4	18,1	6,3	60,7	1,3	14,5	5,4	56,0	83,2	3,0	0,8	8,68
Reispreßschlamm	44,2	12,3	1,3	29,5	0,5	9,8	1,1	27,2	39,4	2,8	0,3	4,55
" getrocknet	86,1	18,1	2,9	61,8	2,1	14,5	2,5	57,5	77,3	3,4	1,3	8,20
Maisschalen	92,2	11,9	9,5	59,5	10,1	9,0	8,5	58,6	85,5	2,0	5,0	8,03
Stärketreber (Weizen)	28,6	4,2	1,1	20,2	2,8	3,6	0,9	19,0	24,1	0,6	1,4	2,41
" (Reis, getrocknet	92,2	36,3	1,1	52,6	0,5	29,0	0,9	47,7	78,6	5,0	0,3	10,53
d) Zuckerfabrikation.												
Centrifugenrückstände	18,0	1,0	0,1	12,1	3,6	0,6	0,1	13,2	12,5	—	3,1	1,06
Diffusionsschnitzel, frisch	7,0	0,6	0,1	4,1	1,4	0,4	0,05	4,6	4,5	—	1,1	0,41
" gepreßt	10,3	0,9	0,1	6,3	2,4	0,6	0,04	7,4	7,1	—	2,0	0,64
" gesäuert	11,5	1,1	0,1	6,4	2,8	0,7	0,1	7,8	7,5	0,2	2,4	0,69
" m. Kalk gepr., frisch	35,0	3,2	0,5	17,8	9,6	1,9	0,3	23,0	21,6	—	8,0	1,96
" trocken	89,5	7,8	1,2	55,0	18,9	4,9	1,0	62,4	62,0	—	15,3	5,54
Macerations-Rückstände	21,1	1,5	0,1	12,3	4,4	0,9	0,1	14,2	13,5	—	3,7	1,18
Melasse*)	80,7	9,0	—	61,3	—	9,0	—	61,3	70,3	4,6	—	4,76
Melassetorfmehl*)	75,1	8,3	0,9	52,6	5,8	6,0	—	39,3	45,3	3,0	—	3,72
Melassepalmkernmehl	80,0	10,4	0,8	55,6	4,4	9,9	0,8	60,5	68,9	4,8	3,4	6,97
Preßlinge, frisch	27,0	1,9	0,2	17,3	5,4	1,2	0,2	18,9	18,4	—	4,4	1,60
" gesäuert	21,7	1,6	0,3	12,8	4,3	1,0	0,2	13,8	13,8	0,3	3,0	1,22
e) Ölfabrikation.												
Baumwollsamenkuchen	89,4	24,7	6,6	26,0	24,9	18,0	5,9	17,7	47,0	1,5	5,7	6,76
" geschält	90,0	43,9	12,9	20,3	5,5	36,9	12,0	16,8	82,0	2,6	1,0	12,72
Baumwollsamenmehl	91,2	43,2	14,6	21,1	5,2	37,0	13,7	17,1	86,5	1,4	1,0	13,11

*) Verdauliche stickstoffhaltige Stoffe nur zum halben Wert berechnet.

Art der Futtermittel (Gehalt in 100 Teilen)	Trockensubstanz	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe				Darin		Geldwert pro 100 Kilo
		Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstoff-haltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe	Amid	Cellulose	M
Buchelkuchen	83,9	18,2	8,3	28,3	23,9	13,5	6,6	22,2	48,9	0,3	5,2	6,20
„ geschält	88,5	36,7	9,2	28,6	6,6	31,6	8,4	24,2	75,0	0,8	2,0	11,26
Erdnußkuchen	90,2	31,0	8,9	20,7	22,7	24,8	7,2	19,0	59,3	0,9	3,5	8,88
„ geschält	88,5	47,0	7,3	24,1	5,2	40,4	6,5	23,5	78,8	1,2	1,3	12,98
Hanfkuchen	88,1	29,8	8,5	17,3	24,7	20,9	7,2	16,6	51,7	0,6	6,2	7,63
Kakaokuchen	90,0	18,8	11,2	36,4	15,5	12,4	10,3	28,0	63,8	1,5	2,5	7,26
Kandlenußkuchen	91,6	49,0	11,2	18,7	4,1	43,7	10,1	18,5	85,6	1,3	1,6	14,09
Kapokkuchen	86,7	26,3	5,8	19,9	28,2	19,5	5,2	15,6	44,8	0,6	5,6	6.83
Kokosnußkuchen	89,7	19,7	11,0	38,7	14,4	15,0	11,0	40,3	77,2	0,4	8,9	8,77
Kokosnußkuchenmehl	87,4	22,1	6,8	38,8	13,4	17,7	6,8	41,7	71,1	0,5	9,1	8,68
Kürbiskernkuchen	90,1	36,1	22,7	11,5	14,1	32,5	20,4	16,4	94,7	1,2	6,3	13,10
Leindotterkuchen	88,2	33,1	9,2	27,4	11,6	26,5	8,3	26,6	70,6	0,8	4,7	10,08
Leinkuchen	88,2	28,7	10,7	32,1	9,4	24,7	9,6	29,8	75 4	0,2	4,1	10,19
Leinmehl	89,0	35,3	3,6	34,3	9,6	29,6	3,3	32,3	57,0	2,0	4,8	10,28
Madiakuchen	89,3	31,8	9,0	21,7	19,2	22,3	7,2	16,8	44,5	1,8	3,8	8,08
Maiskeimkuchen	89,0	19,5	9,0	45,1	8 8	15,1	7,6	44,4	74,9	4,2	5,6	8,58
Mandelkuchen	90,3	41,3	15,2	20,6	8,9	37,2	13,7	22,0	91,2	2,5	1,8	13,52
Mohnkuchen	89,3	36,5	9,6	20,1	11,0	28,8	8,8	19,6	66,1	0,4	6,7	10,09
Nigerkuchen	88,5	33,1	4,4	23,4	19,6	26,5	3,3	24,0	55,7	2,0	5,3	8,83
Olivenkuchen	88,3	7,2	13,8	28,1	33,7	4 3	11,1	30,8	56,1	0,3	11,1	5,33
Palmkernkuchen	89,6	16,8	9,5	35,0	24,0	16,0	9,0	52,6	80,3	0,4	19,7	9,17
Palmkernmehl	89,1	17,4	4,5	36,9	25,9	16,6	4,2	56,0	71,1	1,5	21,2	8,48
Rapskuchen	89,6	30,7	9,8	30,1	11,3	24,9	7,6	23,8	66,4	4,4	0,9	9,50
Rapsmehl	91,5	33,1	5,0	32,1	13,4	26,5	2,4	27,2	58,8	4,5	1,3	9,07
Rückstände von Anis	91,1	17,4	17,4	24,3	19,6	9,4	16,4	16,7	65,4	0,9	0,1	6,95
„ „ Fenchel	90,2	18,7	14,4	33,5	14,7	7,1	12,9	29,3	64,0	0,6	6,8	6,43
„ „ Kümmel	84,8	20,6	15,8	27,7	14,3	12,3	15,3	33,2	64,1	1,2	12,1	7,47
„ „ Thymian	94,3	17,1	25,0	13,2	27,1	6,8	22,5	15,9	72,6	0,6	8,1	7,16
Sesamkuchen	88,9	37,2	12,8	20,5	7,5	33,5	11,5	15,5	75,4	0,4	2,3	11,62
Sesammehl	94,0	46,4	2,4	26,7	7,7	41,8	2,1	19,2	64,8	0,6	2,4	12,04
Sajobohnenkuchen	86,6	40,3	7,5	28,1	5,5	36,3	6,8	29,4	78,1	4,1	7,7	12,26
Sonnenblumenkuchen	90,7	34,7	12,5	23,7	13,9	31,2	11,0	22,5	77,9	3,3	4,3	11,45
Walnußkuchen	86,3	34,6	12,5	27,8	6,4	31,1	11,2	28,2	85,4	3,0	1,6	12,04
X. Futtermittel tierischen Ursprungs. *)												
Blut, getrocknet	89,8	82,6	1,5	1,3	—	59,5	1,5	1,3	64,4	9,0	—	15,23
Buttermilch	9,9	4,0	1,1	4,1	—	4,0	1,1	4,1	10,7	—	—	5,95
Cadavermehl (Tierkörpermehl)	94,4	56,1	16,7	3,4	—	48,0	16,0	3,4	89,8	?	—	15,55
Eselsmilch	10,3	2,2	1,6	6,0	—	2,2	1,6	6,0	12,0	—	—	5,25
Fettgrieben (Kuchen)	90,5	58,6	25,5	—	—	55,7	23,5	—	112,1	3,0	—	18,74
Fischguano, norwegischer	87,4	49,0	1,8	—	—	44,1	1,6	—	47,9	4,5	—	11,31
Fischfuttermehl, fettarm	87,2	52,4	2,2	—	—	47,2	1,6	—	51,0	3,7	—	12,08
„ fettreich	89,2	48,4	11,6	—	—	44,1	10,3	—	68,8	3,7	—	13,11
Fleischfuttermehl	89,0	71,3	13,0	0,3	—	65,7	12,7	0,3	96,5	3,5	—	19,00
Hühnereier	26,3	12,6	12,1	0,6	—	12,6	12,1	0.6	41,6	—	—	21,71
Kuhmilch	12,5	3,2	13,6	5,0	—	3,2	3,6	5,0	16,8	—	—	7,50
„ abgerahmt	10,0	3,5	0,7	5,0	—	3,5	0,7	5,0	10,2	—	—	5,44
„ centrifugiert	9,4	3,5	0,3	4,9	Chitin	3,5	0,3	4,9	9,1	—	—	5,09
Maikäfer, frisch	29,6	18,8	3,7	—	4,8	13,0	3,1	—	20,4	0,8	—	3,87
„ getrocknet	86,5	55,3	10,9	-	13,6	38,0	9,1	—	59,8	2,3	—	11,35
Molken von Kuhmilch	6,4	0,8	0,1	4,9	—	0,8	0,1	4,9	5,9	—	—	2,37
Rahm	24,4	3,7	17,6	2,8	—	3,7	17,6	2,8	48,7	—	—	18,32
Schafmilch	19,2	6,5	6,9	4,9	—	6,5	6,9	4,9	28,0	—	—	13,17
Schweinemilch	15,4	6,4	4,7	3,2	—	6,4	4,7	3,2	20,9	—	—	10,79
Stutenmilch	9,2	2,0	1,2	5,6	—	2,0	1,2	5,6	10,5	—	—	4,62
Tieralbumin	88,2	63,3	13,4	—	—	60,5	12,4	—	90,3	3,5	—	17,64
Ziegenmilch	14,3	4,3	4,8	4,5	—	4,3	4,8	4,5	20,3	—	—	9,30

*) Die Preise für Milch und Eier sind mit der Kuhmilch verglichen.

II. Mittel und Schwankungen der Verdauungskoeffizienten verschiedener Futtermittel.

Art des Futtermittels	Zahl der Sorten	Einzelversuche	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
I. Versuche mit Wiederkäuern.							
a) Grünfutter und Heu.							
α) Grünfutter.							
Weidegras von Wiesen	2	4	77	75	66	78	75
			75—78	72—79	63—69	75—84	72—80
„ Juni	1	2	71	70	62	75	66
Weidekleegras	1	2	75	78	64	78	67
Grünklee, vor der Blüte	6	15	66	66	64	73	53
			59—74	60—76	58—74	63—83	47—60
Futterroggen, jung	1	2	74	79	74	71	79
Grün-Mais*)	1	1	70	73	75	67	72
Grün-Sorgho	1	1	73	62	85	78	59
Grünklee,**) vor der Blüte . . .	1	2	74	74	65	83	60
Desgl., Beginn der Blüte	1	2	68	76	67	75	53
Desgl., in der Blüte	1	2	63	69	61	72	50
Desgl., Ende der Blüte	1	2	58	59	45	71	39
β) Heu, Gärfutter, Laub.							
Wiesenheu	44	118	62	61	53	64	57
			46—79	35—73	10—68	49—76	46—80
„ proteïnreich	18	48	67	66	57	68	63
			60—79	60—73	45—68	57—76	53—80
„ mittel	35	94	61	57	53	64	60
			50—67	49—67	15—70	53—73	51—71
„ proteïnarm	10	28	56	50	49	59	56
			46—59	35—60	10—57	49—65	46—64
Wiesengrummet	6	30	64	62	46	66	64
			60—71	54—68	28—56	63—74	59—68
Thimotheegras.	4	5	58	50	47	64	52
			52—67	45—60	35—56	58—72	39—62
Knaulgras, Ende der Blüte . . .	1	1	56	59	51	54	51
Straußgras, in der Blüte	1	1	59	60	44	59	61
Quecke, in der Blüte	1	1	61	64	60	62	59
Hirseheu, Ende der Blüte	1	1	64	62	60	54	63
Grünklee und Kleeheu	18	46	61	62	62	69	49
			54—74	43—76	35—74	58—63	39—60
Kleeheu, proteïnreich	7	17	61	62	60	70	47
			58—67	56—71	44—74	63—76	39—54
Desgl., mittel	10	21	57	55	51	65	45
			52—62	43—61	33—70	57—69	38—52
Schwedisches Kleeheu, volle Bl. . .	2	4	58	58	49	67	47
			56—63	49—64	35—55	63—74	44—51
Weißkleeheu, volle Bl.	1	1	67	73	51	70	51
Luzerneheu, sehr gut	9	28	60	74	39	66	43
			55—67	67—83	29—55	61—73	34—48
Desgl., vor der Blüte	5	18	62	77	39	70	43
			58—67	72—83	30—44	66—73	34—48
Desgl., in der Blüte	4	10	56	70	39	63	42
			55—59	67—73	29—56	61—66	37—48
Wickenheu, vor der Blüte	1	6	65	76	60	66	54

*) Frühreifer Mais, ungewöhnlich stickstoffreich und daher vermutlich auf sehr kräftigem Boden gewachsen.

**) Stammte aus 4 verschiedenen Vegetationsperioden von demselben Felde, war sehr üppig gewachsen und infolge nasser Witterung stark gelagert.

Art des Futtermittels	Zahl der Sorten	Einzelversuche	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Sojabohnenheu	2	4	61	69	30	66	53
			58—63	63—76	14—48	59—71	46—58
Lupinenheu, in der Blüte	1	2	—	74	30	62	73
Serradella, in der Blüte	1	2	62	75	65	63	50
„ Ende der Blüte . . .	1	2	47	63	66	48	37
Runkelblätter, eingesäuert	1	2	57	65	60	54	54
Ausgebraueter Hopfen	2	4	37	31	64	49	15
			29—41	24—39	44—77	43—53	5—24
Beinwellheu (Symphytum) . . .	1	2	69	58	71	85	18
Kartoffelkraut, Anf. Oktober . . .	1	2	48	42	24	60	36
Pappellaub, Anf. Oktober . . .	1	2	58	56	79	65	35
Ulmenblätter	1	1	70	73	23	82	57
Buchenblätter	1	2	32	6	33	42	26
Buchenreisig im Winter	3	6	23	6	14	33	13
			12—36	0—16	0—32	16—47	7—24
Akazienreisig	1	2	37	56	23	47	21
Pappelreisig mit Laub, Juli . . .	1	2	43	39	39	51	27
Sägemehl von Fichtenholz . . .	1	2	19	—	—	40	11
Desgl., mit Heu vergoren . . .	1	2	14	—	—	42	1
γ) Vergl. Versuche.							
Wiesenheu, trocken verfüttert . . .	1	2	56	44	37	59	57
Dieselbe Sorte, gedämpft	1	2	56	30	41	59	58
Wiesengras im Herbst	1	4	60	56	46	61	62
Dieselbe Sorte, ensiliert	1	5	54	28*)	61	52	71
Rotklee, auf Reitern getr. . . .	1	2	55	60	51	63	43
„ dies. Sorte, Braunheu . .	1	2	47	32	43	56	46
Luzerne, grün verfüttert	1	4	58	78	44	67	34
Dieselbe Sorte als Dürrheu . . .	1	2	55	73	32	65	37
„ „ „ Brennheu . .	1	2	54	72	43	54	45
Luzerne, grün verfüttert	1	2	67	81	52	76	45
Dieselbe Sorte auf Reitern getr. .	1	2	62	78	33	70	42
Luzerne, sorgfältig getr.	1	2	61	72	66		48
Dieselbe Sorte, beregnet	1	2	57	67	62		45
Esparsette, grün verfüttert . . .	1	2	66	73	67	78	42
Dieselbe Sorte, sorgfältig getr. . .	1	2	62	70	66	74	36
„ „ als Braunheu . .	1	2	59	64	76	67	45
„ „ „ Sauerheu . .	1	2	45	50	74	53	29
Amerik. Mais, einges.	3	3	62	48	85	68	56
			61—63	45—54	82—86	66—72	47—64
Desgl., als Dürrheu	3	3	62	48	67	66	64
			62—68	44—52	52—79	64—68	56—71
b) Stroh und Spreu.							
Weizenstroh	3	7	43	11	31	38	52
			36—48	0—26	20—44	36—40	45—59
Roggenstroh	3	9	46	21	32	37	60
			40—51	17—26	21—58	28—52	46—73
Gerstestroh	2	5	53	20	42	54	56
			50—56	17—24	41—43	38—57	54—58
Haferstroh	6	19	48	30	33	44	54
			37—56	6—50	14—51	33—56	45—66
Maisstroh	1	1	—	37	28	40	52
Stroh von Sumpfreis	1	2	50	47	41	35	58
„ „ Bergreis	1	2	44	44	52	29	55
Ackerbohnenstroh	2	5	51	49	56	64	39
			51—63	45—54	49—60	64—73	36—53

*) Von dem Rohprotein wurden nur die Amidstoffe verdaut; die Eiweißsubstanz war fast ganz unverdaulich.

Art des Futtermittels	Zahl der Sorten	Einzelversuche	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Gartenbohnenstroh	1	2	—	54	53	72	?
Sojabohnenstroh	2	4	55	50	60	66	38
Lupinenstroh	1	2	55	37	30	65	51
Erbsenstroh, sehr gut	1	2	59	61	46	64	52
Sojabohnenschalen	1	2	63	44	57	73	51
Haferspreu	1	2	42	38	48	49	45
Weizenspreu	1	2	26	6	34	29	37
c) Körnerarten.							
Hafer	11	39	70	78	83	76	20
			62—82	68—94	75—92	65—94	1—44
Gerste	2	4	86	70	89	92	50
			81—91	63—77	78—100	87—96	0—100
Mais	4	12	91	72	85	94	77
			87—93	60—84	73—99	90—99	62—100
Dari	1	2	86	65	70	91	51
Ackerbohne	8	29	89	88	86	93	72
			76—100	77—100	55—100	81—100	25—92
Sojabohne	1	2	85	87	94	62	—
Erbse	1	2	90	89	75	93	66
Wicke	1	2	92	88	92	100	—
Lupine	6	12	95	91	92	83	92
			80—100	85—96	71—96	74—100	95—100
Lupine bei 100° gedämpft	1	2	92	92	90	89	95
Dies. Sorte, ged. und entbittert	1	2	97	94	94	84	94
Andere Sorten, entbittert	1	2	88	88	78	78	97
Lupine, nicht gedämpft	1	2	81	87	71	76	77
Dies. Sorte bei 140° gedämpft	1	2	68	67	84	66	69
Leinsamen	2	7	77	91	86	55	61
			60—92	81—98	78—90	39—81	30—91
Eicheln	1	2	88	83	88	91	62
Roßkastanie	1	1	87	60	85	93	0
Johannisbrot	1	2	94	68	54	95	78
d) Gewerbl. Produkte und Abfälle.							
Diffussionsschnitzel	2	7	82	63	—	84	83
Roggenkleie	1	6	74	78	64	82	—
Weizenkleie, trocken verfuttert	5	12	72	78	70	77	33
			62—85	51—100	50—90	70—88	0—57
Weizenkleie, trocken verfuttert	1	2	76	88	79	80	20
Dieselbe Sorte, gesäuert	1	2	67	79	83	71	13
„ „ gekocht	1	2	64	70	87	74	0
Weizenkleie, trocken verfuttert	2	5	74	74	74	80	34
Desgl., gebrüht und mit Heu	2	5	69	71	74	78	9
„ „ als Tränke	2	5	69	67	83	78	13
Dinkelkleie	1	2	76	78	89	82	25
Rückstände von Weizenkleie	1	1	91	88	46	92	—
Reisfuttermehl	3	12	75	63	85	86	26
			72—78	61—65	85—86	82—92	3—51
Malzkeime	3	7	81	78	50	86	85
			64—84	73—82	35—100	58—95	65—95
Biertreber, frisch	4	12	63	73	86	62	40
			60—67	71—74	84—89	56—74	33—45
Rapsmehl, entfettet	1	1	68	84	?	85	0
Rapskuchen	2	7	66	81	79	76	8
			49—79	65—92	69—93	66—85	0—34
Leinmehl, entfettet	1	8	71	82	91	73	?
Leinkuchen	2	10	81	86	90	80	44
			74—88	80—90	86—94	60—96	23—92

Art des Futtermittels	Zahl der Sorten	Einzelversuche	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Palmkernkuchen	1	2	75	77	94	79	54
Palmmehl, entfettet	2	3	91	95	95	94	82
			89—96	87—100	87—100	91—99	72—94
Erdnußkuchen	2	6	86	91	89	92	24
			85—86	90—91	86—92	87—98	16—32
Sesamkuchen	1	4	77	90	90	64	31
Sonnenblumenkuchen	1	4	76	90	88	77	31
Baumwollsamenkuchen	1	4	50	73	91	46	23
Desgl., geschält	2	6	79	84	93	82	1
			77—81	84—89	82—100	66—95	0—3
Kokosnußkuchen	2	4	82	80	100	84	68
			78—85	76—84	—	81—86	62—73
Mohnkuchen	1	3	75	79	92	64	61
Rückstände von Anis	1	4	59	54	94	68	1
„ „ Fenchel	1	4	62	38	93	67	47
„ „ Kümmel	1	4	77	60	97	76	85
Fleischmehl	2	5	93	93	98	—	—
			91—96	91—97	96—100	—	—
Blutmehl (hart und fest)	1	2	63	62	100	100	—
Fischguano	1	2	—	90	76	—	—
Süße Milch	5	5	98	94	100	98	—
			97—98	91—97	99—100	93—98	—
e) Wurzelgewächse.							
Kartoffel	4	23	85	61	—	90	—
			73—97	44—88	—	83—99	—
Zuckerrübe	2	28	89	62	—	95	—
			81—100	34—100	—	90—100	—
Runkelrübe	3	18	88	77	—	96	—
			80—96	52—89	—	91—100	—
Turnipsrübe	1	8	78	57	—	89	—
Steckrübe	1	2	97	62	94	99	100
II. Versuche mit Pferd und Hammel.							
Wiesenfutter, Hammel	12	27	62	60	52	66	61
			57—76	53—73	43—65	56—76	51—80
Pferd	12	15	50	60	22	59	41
			43—62	54—69	10—42	49—67	33—57
desgl.	16	23	51	59	20	59	41
			43—62	51—69	7—42	49—68	33—57
Weidegras von Wiesen, Hammel	1	2	76	73	65	76	80
Pferd	1	1	62	69	13	66	57
Wiesenheu, stickstoffreich, Hammel	4	10	64	65	54	65	63
			63—65	59—72	48—63	62—68	61—66
Pferd	4	6	51	62	20	57	42
			49—55	55—66	14—42	52—61	36—46
Wiesenheu, mittel, Hammel	4	8	59	57	51	62	56
			57—63	55—61	45—56	56—68	51—60
Pferd	4	4	48	57	24	55	36
			43—56	55—60	19—31	49—67	33—42
Wiesenheu, stickstoffärmer, Hammel	3	7	59	54	46	62	58
			58—61	53—56	43—49	56—65	54—61
Pferd	3	4	47	57	24	56	39
			45—51	54—62	16—33	48—61	38—40
Kleeheu, Hammel	4	8	56	56	56	61	50
			55—58	55—58	56—62	58—64	48—52
Pferd	4	5	51	56	29	64	37
			49—54	51—60	28—31	61—67	35—39

Art des Futtermittels	Zahl der Sorten	Einzelversuche	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Luzerne, Hammel	4	12	59	71	41	66	45
			56—62	68—74	29—56	64—70	40—47
Pferd	4	6	58	73	14	70	40
			55—61	70—75	0—30	67—71	36—44
Weizenstroh, Hammel	1	2	48	—	44	37	59
Pferd	1	2	23	19	—	18	27
Dinkelstroh, Pferd	1	1	25	23	20	18	30
Haferkörner, Hammel	3	13	71	80	83	76	30
			66—74	67—87	75—89	72—79	21—44
Pferd	3	8	68	86	71	74	21
			63—71	82—89	63—78	72—76	1—38
desgl.	8	22	67	79	70	74	20
			62—71	68—89	60—78	72—76	1—38
Gerstekörner, Pferd	1	1	87	80	42	87	100
Maiskörner, Hammel	1	2	89	79	85	91	62
Pferd	2	2	89	77	61	94	70
			87—91	75—78	59—63	—	41—100
Ackerbohne, Hammel	1	6	90	87	84	91	79
Pferd	1	5	87	86	13	93	65
Erbse, Hammel	1	2	90	89	75	93	66
Pferd	1	1	80	83	9	89	8
Lupine, Hammel	1	2	88	88	78	78	97
Pferd	1	1	72	94	27	51	51
Leinkuchen, Pferd	1	1	69	88	53	94	—
Leinsamen, Pferd	1	1	64	75	52	98	—
Kartoffel, Pferd	1	1	93	88	—	99	9
Möhre, Pferd	1	1	87	99	—	94	0
III. Versuche mit Schweinen.							
Gersteschrot	4	8	82	76	65	90	15
			77—85	67—81	51—77	88—91	0—28
Maisschrot	3	4	92	86	76	95	40
			90—95	84—88	74—79	93—96	17—57
Erbsenschrot	5	10	91	88	49	96	71
			88—95	85—90	36—69	95—99	55—89
Reis, gekocht	1	1	99	89	67	100	—
Roggenkleie*)	1	2	67	66	58	75	9
Kokosnußkuchen	1	2	80	74	83	89	60
Fleischmehl	1	8	92	97	87	—	—
Blutmehl**)	1	1	72	72	—	92	—
Maikäfer, excl. unverd. Chitin	1	6	57	69	83	—	—
Schlickermilch	1	1	95	96	95	99	—
Kartoffel	5	8	93	73	—	98	55
			91—96	57—81	—	97—99	28—83

*) Die Kleie wird nach obigen Verdauungskoeffizienten von den Schweinen verhältnismäßig schlecht ausgenutzt, ungeachtet die verfütterte Sorte an Rohprotein reich und an Rohfaser arm, also von guter Qualität war.

**) Das Blutmehl war dieselbe Sorte, welche auch zu Versuchen mit Hammeln (s. o.) benutzt wurde.

III. Stickstoffgehalt im Eiweiß und im Nichteiweiß einiger Futtermittel.

Art des Futtermittels	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff in Proz. d. Gesamtstickstoffes	
	im ganzen	im Eiweiß	im Nichteiweiß	im Eiweiß	im Nichteiweiß
Heu und Grünfutter.					
Wiesenheu	1,780	1,550	0,230	87,2	12,8
	1,35—2,52	1,25—2,08	0,10—0,44	82,5—92,5	7,5—17,5
„ etwas beregnet	1,491	1,317	0,174	88,3	11,7
„ alte Wiese, armes Futter	1,120	0,816	0,304	73,2	26,8
Sumpfheu	1,305	0,960	0,345	73,8	26,2
Salzwiesenheu	1,734	1,122	0,612	64,7	35,3
Rieselheu von Lichterfelde	3,180	2,470	0,710	77,7	22,3
Wiesenheu, 24. April	4,010	3,135	0,875	78,2	21,8
„ 13. Mai	2,610	2,114	0,496	81,0	19,0
„ 10. Juni	1,964	1,675	0,289	85,2	14,8
„ 26. Juni	1,354	1,252	0,102	92,5	7,5
Weidefutter von Wiesen	3,170	2,820	0,850	73,0	27,0
	2,6—4,01	1,84—3,14	0,5—1,05	65,2—81,0	19,0—34,8
Wiesengras	1,600	1,344	0,256	84,0	16,0
„ ensiliert	1,894	1,163	0,731	61,4	38,6
„ eingesäuert	1,861	0,949	0,912	51,0	49,0
Gräser vom Feld, ganz jung	4,360	3,180	1,180	73,0	27,0
	3,58—5,09	2,68—3,79	0,55—1,70	61,5—85,4	14,6—38,5
„ vor und in der Blüte	1,800	1,380	0,420	76,8	23,2
	1,20—2,53	0,94—2,08	0,23—0,64	67,6—83,9	16,1—32,4
„ vom Feld, fast reif	1,060	0,850	0,210	80,2	19,8
	0,94—1,21	0,74—0,98	0,20—0,23	78,2—85,0	15,0—21,8
Wiesenbraunheu	2,033	1,787	0,246	87,9	12,1
„ tief dunkel	2,721	2,228	0,493	81,9	18,1
Süßgräser	1,470	1,020	0,450	69,4	30,6
Raigras, englisch, im Mai	2,350	1,810	0,540	77,0	23,0
„ „ „ „ blühend	1,200	0,970	0,230	80,9	19,1
„ französ., 4. April (17 cm)	4,664	3,204	1,460	68,7	31,3
„ französ., 23. Mai (45 cm)	2,420	1,783	0,637	73,7	26,3
„ italien., 1. April	3,921	2,781	1,140	70,9	29,1
„ 15. Mai	1,864	1,544	0,320	83,9	16,1
Timotheegras, geb., 6. Juni	2,000	1,220	0,780	61,0	39,0
„ 23. Juni	1,340	0,920	0,420	68,7	31,3
„ ungeb., 6. Juni	1,200	0,860	0,340	71,3	28,7
„ 23. Juni	0,830	0,640	0,190	77,1	22,9
Knaulgras, blühend	1,400	0,964	0,436	68,9	31,1
„ reif	1,040	0,827	0,213	79,5	20,5
Honiggras, blühend	1,370	0,964	0,406	70,4	29,6
„ reif	1,210	0,980	0,230	81,0	19,0
Wiesenfuchsschwanz	1,568	1,160	0,408	74,0	26,0
Trespe, weiche	1,661	1,342	0,319	80,7	19,3
Schwingel, hoher	1,670	1,204	0,466	74,9	25,1
Schafschwingel	1,541	1,175	0,366	76,0	34,0
Futterroggen, 28. März (8 cm)	4,433	2,732	1,701	61,5	38,5
„ 20. April (35 cm)	3,574	2,673	0,901	74,8	25,2
Hafer, Ende Mai	4,120	3,510	0,610	85,2	14,8
„ im Juni	2,290	2,030	0,260	88,7	11,3
Zuckermohrhirse (50 cm)	1,700	1,265	0,435	74,4	25,6
Mais, bad., 18. Juni (17 cm)	4,925	3,365	1,560	68,4	31,6
„ 9. Juli (67 cm)	3,969	2,480	1,489	62,6	37,4
„ 23. Juli (103 cm)	2,773	1,803	0,970	65,0	35,0
„ 6. Aug. (147 cm)	2,411	1,611	0,800	61,5	38,5
„ 3. Sept. (157 cm)	1,612	0,990	0,622	61,4	38,6
Pferdezahnmais	1,220	0,884	0,336	72,5	27,5
„ andere Sorte	1,456	1,135	0,321	78,0	22,0
„ eingesäuert	1,386	0,770	0,616	55,6	44,4
Grünmais	1,920	1,560	0,360	81,5	18,5

Art des Futtermittels	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff in Proz. d. Gesamtstickstoffes	
	im ganzen	im Eiweiß	im Nicht-eiweiß	im Eiweiß	im Nicht-eiweiß
Grünmais, eingeſ., 28. Nov. unterſ.	1,610	1,160	0,450	72,9	27,1
„ 7. Dezbr. unterſucht	1,490	1,020	0,470	67,5	32,5
„ 11. Jan. unterſucht	1,630	0,960	0,670	58,9	41,1
„ 3. Febr. unterſucht	1,620	0,710	0,910	43,8	56,2
Rotklee, ganz jung	3,880	2,660	1,220	68,6	31,4
	2,47—5,20	1,75—3,24	0,72—1,96	62,5—75,5	24,5—37,5
„ in der Blüte	2,230	1,810	0,420	81,0	19,3
	2,06—2,24	1,57—2,06	0,32—0,67	70,1—86,1	13,9—29,9
Rotklee, 27. März (4 cm)	5,200	3,242	1,958	62,3	37,7
„ in der Blüte	2,244	1,571	0,673	70,0	30,0
„ faſt reif	2,040	1,713	0,327	84,0	16,0
„ Braunheu	2,111	1,778	0,333	84,2	15,8
Schwediſcher Klee	2,144	1,573	0,571	73,4	26,6
„ eingeſäuert	2,150	1,532	0,682	68,3	31,7
Inkarnatklee u. Raigras, Beg. d. Bl.	2,100	1,486	0,614	70,8	29,2
„ volle Blüte	1,341	1,055	0,286	79,0	21,0
„ Ende d. Blüte	1,078	0,902	0,176	83,7	16,3
Luzerne, ganz jung	5,420	3,630	1,790	67,0	33,0
	3,57—6,99	2,39—4,86	1,18—2,13	64,5—69,5	30,5—33,5
„ Anfang der Blüte	2,540	1,810	0,730	71,1	28,9
	2,36—3,01	1,55—2,28	0,65—0,92	62,7—75,8	24,2—37,3
„ 23. April (12 cm)	5,760	3,718	2,042	64,5	35,5
„ in der Blüte	2,709	2,017	0,692	74,5	25,5
„ Braunheu	3,058	2,502	0,556	81,8	18,2
Eſparſette, 27. März (4 cm)	3,028	2,217	0,811	73,3	2[illegible],7
„ 27. April (8 cm)	3,251	2,394	0,857	73,6	26,4
Gelbe Lupinen, Ende der Blüte	3,570	2,130	1,440	59,7	40,3
„ faſt reif	3,718	3,034	0,684	81,6	18,4
Lupinen, friſch	3,341	1,681	1,660	50,3	49,7
„ eingeſäuert	3,179	0,890	2,289	28,0	72,0
Blaue Lupinen, Ende der Blüte	3,280	1,950	1,330	57,8	42,2
Futterwicke, vor der Blüte	4,080	2,530	1,550	62,0	38,0
„ in der Blüte	4,050	2,983	1,067	73,7	26,3
„ faſt reif	3,090	2,594	0,496	86,7	13,3
Sandwicke, 8. Juli, Anfang d. Bl.	4,980	3,830	1,150	76,9	23,1
„ 16. Juli, volle Blüte	4,460	3,302	1,158	75,8	24,2
„ 29. Juli, Ende der Bl.	3,290	2,896	0,394	88,0	12,0
Wieſenplatterbſe, Anfang der Blüte	3,910	3,250	0,460	88,3	11,7
„ ganz jung	4,760	3,650	1,110	76,7	23,3
Sojabohne, Ende der Blüte	2,710	2,150	0,560	79,4	20,6
Weißer Senf, 8. Juni	2,670	1,944	0,726	72,8	27,2
„ 22. Juni, volle Blüte	1,660	1,413	0,247	85,1	14,9
„ 29. Juni, Ende d. Bl.	1,290	1,235	0,055	95,7	4,3
Beinwell, jung	4,896	3,586	1,310	73,2	26,8
„ vor der Blüte	3,890	3,380	0,510	86,9	13,1
Buchweizen, Ende der Blüte	1,112	0,901	0,211	81,0	19,0
„ Enſilage	0,939	0,706	0,233	75,2	24,8
Stechginſter, Anfang Oktober	1,690	1,500	0,190	88,8	11,2
Futterkohl, Kopfteil	2,530	1,730	0,800	68,2	31,8
„ Stengel	1,535	1,155	0,380	75,3	24,7
Runkelblätter, friſch	4,274	3,086	1,058	75,2	24,8
„ eingeſäuert	3,312	1,857	1,455	56,0	44,0
„ 16. Juli	3,448	2,214	1,234	64,2	35,8
„ 13. Auguſt	2,747	2,033	0,714	74,0	26,0
„ 10. September	2,466	1,919	0,547	77,8	22,2
Topinambur-Stengel	0,443	0,443	0	100,0	0
„ Blätter	2,374	2,042	0,332	86,0	14,0
Knollen und Wurzeln.					
Kartoffel	1,467	0,831	0,636	56,6	43,4
	0,79—2,91	0,50—1,37	0,25—1,54	43,9—77,7	22,3—56,1

Art des Futtermittels	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff in Proz. d. Gesamtstickstoffes	
	im ganzen	im Eiweiß	im Nichteiweiß	im Eiweiß	im Nichteiweiß
Kartoffel, 9. Juli	2,707	1,726	0,981	63,8	36,2
„ 7. August	1,962	1,262	0,700	64,3	35,7
„ 10. September	1,389	0,992	0,397	71,4	28,6
„ ungedüngt	1,140	0,950	0,190	83,4	16,6
„ gedüngt 1 Ztr. Chiles. p. M.	1,221	1,060	0,161	86,8	13,2
„ 2 Ztr. Chiles. pr. Morg.	1,461	1,080	0 381	74,0	26,0
„ 3 Ztr. Chiles. pr. Morg.	1,808	1,080	0,728	59,7	40,3
Runkelrübe	2,220	0,800	1,420	36,1	63,9
	1,26—3,13	0,44—1,39	0,65—2,05	23,5—65,1	34,9—76,5
„ Oberndorfer	1,700	1,053	0,651	65,1	34,9
„ v. Rübenboden	1,575	0,669	0,906	42,5	57,5
„ v. Sandboden	1,110	0,558	0,552	50,3	49,7
„ v. Osdorf (Rieself.)	3,130	1,390	1,740	44,4	55,6
Kohlrübe, stark ged.	2,645	1,595	1,050	60,3	39,7
Stoppelrübe	2,580	1,430	1,150	55,4	44,6
Möhre	1,800	1,075	0,725	59,7	40 3
Pferdemöhre, Osdorf	2,330	1,310	1,020	43,8	56,2
„ Hohenheim	1,830	1,270	0,560	69,4	30,6
Topinambur, gr. Knollen	1,372	0,790	0,582	57,6	42,4
Bataten	1,800	1,205	0,675	64,1	35,9
Körner und Samen.					
Winterweizen	2,116	1,876	0,240	88,8	11,2
	1,96—2,27	1,78—1,97	0,18—0,30	86,8—90,8	9,2—13,2
Roggen	2,07	1,874	0,195	90,6	9,4
Gerste	1,974	1,923	0,051	97,1	2,6
	1,60—2,35	1,53—2,32	0,03—0,07	95,6—98,6	1,4—4,4
„ ausgewachsen	2,050	1,550	0,500	75,6	24,4
Chevaliergerste, normal	1,800	1,761	0,039	97,8	2,2
„ beregnet	1,899	1,815	0,084	95,6	4,4
„ ausgewachsen	1,987	1,522	0,465	76,6	23,4
Hafer	1,661	1,536	0,125	92,5	7,5
	1,32—2,0	1,17—1,79	0—0,21	88,6—100	0—11,4
Mais, 24. August, unreif	4,216	2,074	2,144	49,1	50,1
„ 6. September, unreif	2,623	2,029	0,594	77,4	22,6
„ reif	1,819	1,729	0,090	95,1	4,9
	1,70—1,96	1,69—1,82	0—0,13	93—100	0—7,0
Rispenhirse	1,980	1,920	0,060	98,0	2,0
Kolbenhirse, geschält	1,350	1,240	0,110	91,8	8,2
Zuckermohrhirse	1,970	1,730	0,240	87,8	12,2
Reis, enthülst	1,571	1,441	0,130	91,7	8,3
Erbse	4,780	4,237	0,543	88,6	11,4
Ackerbohne	5,005	4,443	0,562	88,6	11,4
	4,78—5,23	4,10—4,79	0,44—0,68	85,8—91,5	8,5—14,2
Sojabohne	6,651	5,983	0,668	89,9	10,1
	6,29—7,09	5,51—6,45	0,28—0,90	86,8—95,8	4,2—13,2
Lupine, gelbe	7,250	6,622	0,628	91,2	8,8
	5,31—7,59	4,90—7,01	0,41—1,22	83,9—93,2	6,8—16,1
„ reif	6,840	6,330	0,510	92,5	7,5
„ unreif	7,000	5,460	1,540	78,0	22,0
„ entbittert	6,269	6,175	0,094	98,5	1,5
„ blaue, reif	5,310	4,900	0,410	92,3	7,7
Leinsamen	3,620	3,420	0,200	94,5	5,5
Runkelrübensamen	2,040	1,679	0,361	82,3	17,7
Steinnuß	0,820	0,709	0,111	88,7	11,3
Gewerbliche Abfälle.					
Melasse	1,909	1,252	0,657	65,6	34,4
	1,32—2,45	0,46—1,88	0,38—1,43	24,3—77,3	22,7—75,7
Diff.-Schnitzel, gesäuert	1,56	1,51	0,05	96,8	3,2
Malz	1,580	1,230	0,330	79,2	20,8
	1,10—1,73	1,12—1,34	0,28—0,39	76,4—83,3	16,7—23,6

Art des Futtermittels	Stickstoff in Prozenten der Trockensubstanz			Stickstoff in Proz. d. Gesamtstickstoffes	
	im ganzen	im Eiweiß	im Nicht-eiweiß	im Eiweiß	im Nicht-Eiweiß
Malzkeime	4,475	3,251	1,224	72,6	27,4
	3,56—5,52	2,23—4,10	0,62—1,61	64,1—78,1	21,9—35,9
Biertreber	3,211	3,092	0,119	96,4	3,6
	2,84—3,68	2,84—3,20	0—0,36	89,8—100	0—10,2
Kartoffelschlempe	3,290	2,277	1,013	68,7	31,3
	2,74—4,28	1,80—3,08	0,94—1.20	65,8—71,9	28,1—32,2
Mais-Roggenschlempe	3,682	2,551	1,131	69,3	30,7
Weizenkleie	2,190	1,930	0,260	88,3	11,7
Roggenkleie	2,805	2,781	0,024	99,2	0,8
Reisfuttermehl	2,100	1,970	0,130	93,6	6,4
Rapskuchen	5,901	5,046	0,853	85,9	14,1
Leinkuchen	5,101	4,915	0,186	96,3	3,7
Leindotterkuchen	5,830	5,330	0,500	91,5	8,5
Mohnkuchen	5,840	5,500	0,340	94,1	5,9
	5,07—6,23	4,80—5,82	0,28—0,40	93,5—94,5	5,5—6,5
Palmkuchen	3,020	2,977	0,043	97,8	2,2
	2,72—3,23	2,53—3,10	0—0,24	91,2—100	0—8,8
Erdnußkuchen	7,940	7,380	0,560	93,0	7,0
	7,58—8,51	6,79—8,12	0,34—0,90	85,9—95,5	4,5—14,1
Sesamkuchen	6,330	6,230	0,100	98,5	1,5
Baumwollsaatkuchen	5,150	4,780	0,370	92,8	7,2
„ geschält	6,710	6,480	0,230	95,6	4,4
Kokosnußkuchen	3,540	3,390	0,130	96,2	3,8

IV. Fütterungsnormen für die verschiedenen Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung.

Art der Tiere	Auf 1000 kg Lebendgewicht täglich						Nährstoff-Verhältnis 1 :
	Trockensubstanz	Verdauliche Nährstoffe					
		Stickstoffhaltige	Fett	Stickstofffreie	Summa Nährstoffe Rohfaser = 1	Summa Nährstoffe Rohfaser = 1/2	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
1. Ochsen, volle Stallruhe	18	0,7	0,1	8,0	8,9	7,5	11,8
„ geringe Arbeit	22	1,4	0,3	10,0	12,1	9,7	7,7
„ mittlere Arbeit	25	2,0	0,5	11,5	14,7	12,0	6,5
„ starke Arbeit	28	2,8	0,8	13,0	17,7	15,0	5,3
2. Mastrinder, 1. Periode	30	2,5	0,5	15,0	18,7	15,6	6,5
„ 2. Periode	30	3,0	0,7	14,5	19,2	17,0	5,4
„ 3. Periode	26	2,7	0,7	15,0	19,4	17,2	6,2
3. Milchkühe, tägl. Milchertrag 5 kg	25	1,6	0,3	10,0	12,3	10,2	6,7
„ „ „ 7,5 kg	27	2,0	0,4	11,0	14,0	12,2	6,0
„ „ „ 10 kg	29	2,5	0,5	13,0	16,7	14,4	5,7
„ „ „ 12,5 kg	32	3,3	0,8	13,0	18,2	16,0	4,5
4. Schafe, grobwollige	20	1,2	0,2	10,5	12,2	10,0	9,1
„ feinwollige	23	1,5	0,3	12,0	14,2	12,0	8,5
5. Mutterschafe, Lamm- und Säugezeit	25	2,9	0,5	15,0	19,1	16,3	5,6
6. Mastschafe, 1. Periode	30	3,0	0,5	15,0	19,2	16,5	5,4
„ 2. Periode	28	3,5	0,6	14,5	19,4	16,9	4,5

Art der Tiere	Auf 1000 kg Lebendgewicht täglich						
		Verdauliche Nährstoffe					
	Trocken-substanz	Stickstoff-haltige	Fett	Stickstoff-freie	Summa Nährstoffe		Nährstoff-Verhältnis 1 :
					Rohfaser = 1	= 1/2	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
7. **Pferde,** mäßige Arbeit . . .	20	1,5	0,4	9,5	12,0	10,0	7,0
„ mittlere Arbeit . . .	24	2,0	0,6	11,0	14,5	12,8	6,2
„ starke Arbeit	26	2,5	0,8	13,3	17,7	15,5	6,0
8. **Säug. Mutterschweine** . .	22	2,5	0,4	15,5	19,0		6,6
9. **Mastschweine,** 1. Periode . .	36	4,5	0,7	25,0	31,2		5,9
„ 2. Periode . .	32	4,0	0,5	24,0	29,2		6,3
„ 3. Periode . .	25	2,7	0,4	18,0	22,0		7,0
10. **Wachsende Rinder,** Milchrassen:							
Alter Monate / Mittl. Lebdgew. pro Kopf							
2—3 70 kg . . .	23	4,0	2,0	13,0	21,8	21,0	4,5
3—6 140 „ . . .	24	3,0	1,0	12,8	18,2	17,0	5,1
6—12 230 „ . . .	27	2,0	0,5	12,5	15,7	13,7	6,8
12—18 320 „ . . .	26	1,8	0,4	12,5	15,3	12,8	7,5
18—24 400 „ . . .	26	1,5	0,3	12,0	14,2	11,8	8,5
11. **Wachsende Rinder,** Mastrassen:							
2—3 75 kg . . .	23	4,2	2,0	13,0	20,0	21,5	4,2
3—6 150 „ . . .	24	3,5	1,5	12,8	19,9	19,0	4,7
6—12 250 „ . . .	25	2,5	0,7	13,2	17,4	15,8	6,0
12—18 340 „ . . .	24	2,0	0,5	12,5	15,7	13,9	6,8
18—24 425 „ . . .	24	1,8	0,4	12,0	14,8	13,2	7,2
12. **Wachsende Schafe,** Wollrassen:							
4—6 28 kg . . .	25	3,4	0,7	15,4	20,5	18,4	5,0
6—8 34 „ . . .	25	2,8	0,6	13,8	18,0	15,8	5,4
8—11 38 „ . . .	23	2,1	0,5	11,5	14,8	12,8	6,0
11—15 41 „ . . .	22	1,8	0,4	11,2	14,0	12,0	7,0
15—20 45 „ . . .	22	1,5	0,3	10,8	13,0	11,0	7,7
13. **Wachsende Schafe,** Mastrassen:							
4—6 30 kg . . .	26	4,4	0,9	15,5	22,1	20,9	4,0
6—8 38 „ . . .	26	3,5	0,7	15,0	20,2	17,8	4,8
8—11 46 „ . . .	24	3,0	0,5	14,3	18,5	16,3	5,2
11—15 55 „ . . .	23	2,2	0,5	12,6	16,0	13,8	6,3
15—20 70 „ . . .	22	2,0	0,4	12,0	15,0	12,8	6,5
14. **Wachsende Schweine,** Zuchttiere:							
2—3 20 kg . . .	44	7,6	1,0	28,0	38,0		4,0
3—5 45 „ . . .	35	5,0	0,8	23,1	30,0		5,0
5—6 55 „ . . .	32	3,7	0,4	21,3	26,0		6,0
6—8 80 „ . . .	28	2,8	0,3	18,7	22,2		7,0
8—12 120 „ . . .	25	2,1	0,2	15,3	17,9		7,5
15. **Wachsende Mastschweine,**							
2—3 20 kg . . .	44	7,6	1,0	28,0	38,0		4,0
3—5 50 „ . . .	35	5,0	0,8	23,1	30,0		5,0
5—6 65 „ . . .	33	4,3	0,6	22,3	28,0		5,5
6—8 90 „ . . .	30	3,6	0,4	20,5	25,1		6,0
8—12 130 „ . . .	26	3,0	0,3	18,3	22,0		6,4

V. Prozentische Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile von Rindvieh, Schaf und Schwein.

Bezeichnung der Körperteile	Ochse			Fettes Kalb	Schaf					Schwein	
	Mittel genährt	Halbfett	Fett		Mager	Mittel genährt	Halbfett	Fett	Sehr fett	Mittel genährt	Fett
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Inhalt von Magen und Darm	18,0	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Blut	4,7	4,2	3,9	4,8	3,9	3,9	3,6	3,2	3,2	7,3	3,6
Haut und Hörner	8,4	7,4	6,0	6,8	9,6	9,3	8,0	7,2	6,5	—	—
Beine b. z. d. Sprunggelenken	1,9	1,7	1,6	1,9							
Wolle, gewaschen	—	—	—	—	5,0	4,7	4,3	4,0	3,6	—	—
Wollschmutz	—	—	—	—	4,8	4,5	4,0	3,6	3,2	—	—
Kopf	2,8	2,7	2,6	4,8	4,6	4,3	3,7	3,2	2,8	—	—
Zunge und Schlund	0,6	0,6	0,5							0,5	0,4
Herz	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3
Lunge und Luftröhre	0,7	0,7	0,6	1,2	1,5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,4	0,9
Leber und Gallenblase	1,5	1,3	1,3	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,0	2,6	1,7
Zwergfell	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	—	—
Milz	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Magen ohne Inhalt	4,5	3,0	2,7	1,2	2,4	2,3	2,3	2,0	1,5	1,2	0,7
Därme „ „	2,0	1,5	1,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,3	3,9	2,2
Fett von Netz und Darm	2,3	2,9	4,5	2,4	3,0	4,1	4,9	6,8	8,0	1,7	2,5
4 Viertel incl. Nieren und Nierentalg	47,4	55,7	60,3	60,0	43,3	45,3	49,4	52,8	57,1	72,8	82,1
Kleine Abfälle und Verlust	4,1	2,1	1,4	4,6	1,3	0,8	0,5	0,6	0,3	0,9	0,4
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Gruppierung der Körperteile.											
Blut	4,7	4,2	3,9	4,8	3,9	3,9	3,6	3,2	3,2	7,3	3,6
Haut, Kopf, Beine und Zunge	13,7	12,4	10,7	13,5	24,0	22,8	20,0	18,0	16,1	—	—
Eingeweide	9,8	7,2	7,7	7,7	8,5	8,1	7,7	6,6	5,3	9,8	6,0
Fleisch und Fett	49,7	58,6	64,8	62,4	46,3	49,4	54,3	59,6	65,1	74,5	84,6
Inhalt von Magen und Darm	18,0	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Bestandteile des Rumpfes. (Schlachtgewicht nebst Fett vom Netz ꝛc.)											
Fleisch ohne Fett und Knochen	36,0	38,0	35,0	43,0	33,2	33,5	33,1	29,0	27,0	46,4	40,0
Knochen	7,4	7,3	7,1	9,3	7,1	6,6	5,9	5,5	5,2	8,0	5,8
Fett im Fleisch	2,0	7,9	14,7	5,5	2,0	3,3	8,0	14,7	20,5	16,5	32,4
„ an den Nieren	2,0	2,5	3,5	2,2	1,0	1,9	2,4	3,6	4,4	1,9	3,9
„ am Netz und Darm	2,3	2,0	4,5	2,4	3,0	4,1	4,9	6,8	8,0	1,7	2,5
Summa	49,7	58,6	64,8	62,4	46,3	49,4	54,3	59,6	65,1	74,5	84,6
Fleisch des Rumpfes ohne Fett und Knochen.											
Trockensubstanz	8,0	8,4	7,5	8,8	6,8	6,7	6,3	5,4	5,1	8,1	7,3
Wasser	28,0	29,6	27,5	34,2	26,4	26,8	26,8	23,6	21,9	38,3	32,7
Summa	36,0	38,0	35,0	43,0	33,2	33,5	33,1	29,0	27,0	46,4	40,0
100 Teile des Rumpffleisches (ohne Knochen) Fleischnahrung der Menschen											
Fett	5,3	17,2	29,4	11,3	5,7	9,0	19,5	33,6	43,2	26,2	45,5
Muskelsubstanz	19,8	17,5	14,5	17,0	18,0	17,1	14,5	11,7	10,2	12,3	9,7
Mineralstoffe	1,2	0,9	0,8	1,1	1,3	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4
Wasser	73,7	64,4	55,3	70,6	75,0	72,8	65,2	54,0	46,0	60,9	44,4
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Bezeichnung der Körperteile	Ochse			Fettes Kalb	Schaf					Schwein	
	Mittel genährt	Halbfett	Fett		Mager	Mittel genährt	Halbfett	Fett	Sehr fett	Mittel genährt	Fett
Bestandteile des lebenden Tieres.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fett	7,1	14,9	26,8	13,1	8,6	13,2	18,3	28,1	37,2	22,5	40,2
Stickstoffverbindungen . . .	15,8	15,5	13,7	15,3	15,4	14,8	13,8	12,2	11,0	13,9	11,0
Mineralstoffe	4,8	4,4	3,9	4,5	3,4	3,3	3,2	2,9	2,8	2,7	1,8
Wasser	54,3	50,2	43,6	60,1	56,6	53,7	50,7	44,8	39,0	53,9	42,0
Inhalt von Magen und Darm	18,6	15,0	12,0	7,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nach Abzug des Inhalts von Magen und Darm.											
Fett	8,7	17,5	30,5	14,1	10,2	15,5	21,3	31,9	41,4	24,2	42,3
Stickstoffverbindungen . . .	19,2	18,3	15,6	16,5	18,3	17,4	16,0	13,9	12,2	15,0	11,9
Mineralstoffe	5,9	5,2	4,4	4,8	4,0	3,9	3,8	3,3	3,1	2,9	1,9
Wasser	66,2	59,0	49,5	64,6	67,5	63,2	58,9	50,9	43,3	57,9	43,9
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Mineralstoffe in 100 Teilen des lebenden Tieres.											
Phosphorsäure	1,92	1,76	1,56	1,64	1,33	1,29	1,25	1,13	1,09	1,10	0,73
Kalk	2,14	1,96	1,74	1,93	1,40	1,35	1,31	1,19	1,15	1,15	0,77
Magnesia	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03
Kali	0,18	0,16	0,14	0,29	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,10	0,15
Natron	0,14	0,13	0,12	0,07	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10	0,07
Kieselsäure	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	—	—
Schwefelsäure, Chlor- und Kohlensäure	0,34	0,32	0,28	0,50	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25	0,15	0,10
Summa	4,80	4,40	3,90	4,50	3,40	3,30	3,20	2,90	2,80	2,70	1,80

Vorstehende Tabelle ist hauptsächlich auf Grund von Beobachtungen berechnet, welche Lawes und Gilbert in England an landwirtschaftlichen Tieren angestellt haben (s. Philosophical Transactions of the Royal Society. Part. II. 1859. p. 493—680); jedoch sind dabei auch einige in Deutschland erhaltene Schlachtergebnisse berücksichtigt und namentlich wurden die Mengen der einzelnen Mineralstoffe nicht direkt, sondern nach anderweitig vorliegenden Analysen der wichtigeren Teile des Tierkörpers ermittelt. Ferner ist zu erwähnen, daß die in der Tabelle aufgeführten Zahlen zunächst auf jüngere oder solche Tiere sich beziehen, welche soeben den ausgewachsenen Zustand erreicht haben; bei Tieren, welche in einem vorgerückten Alter zur Mast aufgestellt worden sind, ist meistens die Menge des Talges, insbesondere des Nierentalges, wenn auch nicht die Gesamtmenge des Fettes im ganzen Körper, verhältnismäßig größer, das Gewicht der 4 Viertel aber oft etwas niedriger.

In neuerer Zeit haben Lawes und Gilbert auch die Resultate der Analysen von der Asche ganzer Tiere und gewisser Partien derselben mitgeteilt (s. Philos. Transact. Part. III. 1883. p, 865 bis 890); es sind daraus die folgenden Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralstoffe in Prozenten des Gesamtgewichtes der lebenden Tiere berechnet und zugleich hier nach den schon früher (1859) veröffentlichten Beobachtungen die direkt gefundenen Mengen von Stickstoffverbindungen, Fett, Wasser und Gesamtasche, sowie die Lebendgewichte der betreffenden Tiere übersichtlich zusammengestellt.

Stoffe im lebenden Tier	Ochse		Fettes Kalb	Schaf				Fettes Lamm	Schwein	
	Halbfett	Fett		Mager	Halbfett	Fett	Sehr fett		Mager	Fett
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fett	19,1	30,1	14,8	18,7	23,5	35,6	45,8	28,5	23,3	42,2
Stickstoff-Substanz	16,6	14,5	15,2	14,8	14,0	12,2	10,9	12,3	13,7	10,9
Mineralstoffe*)	4,66	3,92	3,80	3,16	3,17	2,81	2,90	2,94	2,67	1,65
Wasser	51,5	45,5	63,0	57,3	50,2	43,4	35,2	47,8	55,1	41,3
Inhalt von Magen etc.	8,2	6,0	3,2	6,0	9,1	6,0	5,2	8,5	5,2	4,0
Summa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Mineralstoffe.										
Phosphorsäure	1,839	1,551	1,535	1,118	1,199	1,040	1,108	1,126	1,066	0,654
Kalk	2,111	1,792	1,646	1,321	1,350	1,184	1,240	1,281	1,079	0,636
Magnesia	0,085	0,061	0,079	0,056	0,052	0,048	0,055	0,052	0,053	0,032
Kali	0,205	0,176	0,206	0,173	0,168	0,148	0,158	0,166	0,196	0,138
Natron	0,146	0,126	0,148	0,120	0,104	0,097	0,129	0,103	0,110	0,073
Eisenoxyd	0,040	0,024	0,021	0,037	0,042	0,034	0,030	0,026	0,022	0,013
Schwefelsäure	0,038	0,033	0,041	0,052	0,035	0,031	0,028	0,039	0,053	0,029
Kohlensäure	0,087	0,071	0,047	0,037	0,053	0,041	0,049	0,043	0,021	0,021
Chlor	0,059	0,055	0,063	0,072	0,051	0,044	0,066	0,053	0,056	0,043
Kieselsäure	0,013	0,006	0,005	0,021	0,020	0,026	0,016	0,012	0,005	0,003
Summa	4,623	3,895	3,791	3,077	3,074	2,693	2,879	2,901	2,662	1,642
Lebendgewicht, Pfd. **)	1:32,0	1419,0	258,8	97,6	105,1	127,2	239,4	84,4	93,9	185,0
Alter	c. 4 J.	c. 4 J.	9 bis 10 W	c. 1 J.	$3^{1}/_{4}$ J.	$1^{1}/_{4}$ J.	$1^{3}/_{4}$ J.	$^{1}/_{2}$ J.	Vom gleichen Wurf. 10 Wochen gemästet.	
Rasse	Aberdeen		Durham	Hampshire Down						

*) Einschließlich kleiner Mengen von Kohle und Sand.

**) Englische Pfund (1 Pfd. = 453,6 g). Das Lebendgewicht wurde unmittelbar vor dem Schlachten ermittelt, nachdem die Tiere 18 bis 24 Stunden vorher das letzte Futter aufgenommen hatten.

Druck von Hermann Beyer & Söhne in Langensalza.